

**EFEKTIVITAS MODEL *CHALLENGE BASED LEARNING*
TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN SIKAP
ILMIAH PADA MATERI KIMIA HIJAU**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan
dalam Ilmu Pendidikan Kimia



Oleh:

SITI KHUMAIROH

NIM. 2108076015

**PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
2025**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Siti Khumairoh

NIM : 2108076015

Jurusan : Pendidikan Kimia

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

EFEKTIVITAS MODEL *CHALLENGE BASED LEARNING* TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN SIKAP ILMIAH PADA MATERI KIMIA HIJAU

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 20 Juni 2025

Pembuat Pernyataan,



Siti Khumairoh

NIM: 2108076015

LEMBAR PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan Semarang
Telp.024-7601295 Fax.7615387

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Efektivitas Model *Challenge Based Learning* terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Sikap Ilmiah pada Materi Kimia Hijau
Penulis : Siti Khumairoh
NIM : 2108076015
Jurusan : Pendidikan Kimia

Telah diujikan dalam sidang *tugas akhir* oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Pendidikan Kimia.

Semarang, 11 Juli 2025

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang,

Ulfa Lutfianasari, M.Pd
NIP. 198809282019032019

Sekretaris Sidang,

Deni Ebit Nugroho, S.Si, M.Pd.
NIP. 198507202019031007

Penguji Utama I,

Hj. Ratih Rizqi Nirwana, S.Si, M.Pd
NIP. 198104142005012003

Penguji Utama II,

Mur Alawiyah, S.Pd, M.Pd
NIP. 199103052019032026

Pembimbing I,

Ulfa Lutfianasari, M.Pd
NIP. 198809282019032019

Pembimbing II,

Deni Ebit Nugroho, S.Si, M.Pd.
NIP. 198507202019031007

NOTA DINAS PEMBIMBING I

Semarang, 18 Juni 2025

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalmu'alaikum wr.wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Efektivitas Model *Challenge Based Learning* terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Sikap Ilmiah pada Materi Kimia Hijau

Nama : Siti Khumairoh

NIM : 2108076015

Jurusan : Pendidikan Kimia

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqosyah

Wassalmu'alaikum wr.wb.

Pembimbing I, 18 Juni 2025



Ulfa Lutfianasari, M. Pd

NOTA DINAS PEMBIMBING II

Semarang, 19 Juni 2025

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalmu'alaikum wr.wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Efektivitas Model *Challenge Based Learning* terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Sikap Ilmiah pada Materi Kimia Hijau

Nama : Siti Khumairoh

NIM : 2108076015

Jurusan : Pendidikan Kimia

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqosyah

Wassalmu'alaikum wr.wb.

Pembimbing II, 19 Juni 2025



Deni Ebit Nugroho, S. Si, M. Pd

**EFEKTIVITAS MODEL *CHALLENGE BASED LEARNING*
TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN SIKAP
ILMIAH PADA MATERI KIMIA HIJAU**

Siti Khumairoh

2108076015

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas model pembelajaran *Challenge Based Learning* terhadap keterampilan berpikir kritis dan sikap ilmiah peserta didik pada materi kimia hijau. Latar belakang penelitian ini didasari rendahnya keterampilan berpikir kritis dan sikap ilmiah peserta didik akibat dominasi metode pembelajaran konvensional yang cenderung monoton. Metode penelitian yang digunakan adalah kuasi eksperimen dengan desain *non-equivalent control group design*. Subjek penelitian terdiri dari dua kelas X di MAN 1 Kota Semarang yang dipilih, masing-masing sebagai kelas eksperimen dan kontrol. Instrumen penelitian terdiri atas tes uraian untuk mengukur keterampilan berpikir kritis dan angket untuk menilai sikap ilmiah. Data dianalisis melalui uji normalitas, homogenitas, uji-t, dan uji *effect size*. Hasil penelitian menunjukkan penerapan model *challenge based learning* berpengaruh signifikan terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis dan sikap ilmiah peserta didik dibandingkan dengan model pembelajaran konvensional. Nilai *effect size* yang diperoleh berada pada kategori sangat kuat, menunjukkan bahwa pengaruh *challenge based learning* sangat kuat. Kesimpulannya, model *Challenge Based Learning* efektif digunakan dalam pembelajaran kimia hijau untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan sikap ilmiah peserta didik.

Kata Kunci: *Challenge Based Learning, Keterampilan Berpikir Kritis, Sikap Ilmiah, Kimia Hijau*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang memberikan rahmat, nikmat, juga hidayah-Nya sehingga peneliti bisa menyelesaikan skripsi yang berjudul “Efektivitas Model *Challenge Based Learning* terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Sikap Ilmiah pada Materi Kimia Hijau” dengan baik dan lancar. Sholawat juga salam senantiasa terhaturkan pada baginda Rasulullah Muhammad SAW, dengan harapan semoga memperoleh syafa’at beliau di hari kiamat nanti.

Pada kesempatan kali ini, peneliti mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang sudah membantu, baik pada penelitian serta penyusunan skripsi ini. Ucapan terimakasih ini peneliti sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Nizar, M.Ag, selaku rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Prof. Dr. H. Musahadi, M. Ag, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
3. Wirda Udaibah, M. Si, selaku Ketua Prodi Pendidikan Kimia UIN Walisongo Semarang.
4. Ulfa Lutfianasari, M.Pd, selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk

memberikan bimbingan dan arahan kepada penulisselama proses penyusunan skripsi ini.

5. Deni Ebit Nugroho, S. Si., M. Pd, selaku Dosen Wali juga Dosen Pembimbing yang selalu memberikan nasihat, masukan, serta dukungan untuk penulis.
6. Dr. KH. Ahmad Ismail, M.Ag., M.Hum., Dr. KH. Amir Tajrid, M.Ag. serta KH. Ahmad Muthohar, M.Ag. selaku kepala pusat Ma'had Al-Jami'ah UIN Walisongo Semarang yang telah mendidik dan membimbing penulis berupa motivasi kehidupan dan bekal akhirat.
7. Segenap dosen, pegawai, serta civitas akademik di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang yang sudah memberikan ilmu dan pengetahuan kepada penulis selama perkuliahan.
8. Kedua orang tua tercinta, Zaenal Abidin dan Siti Khotijah yang telah memberikan dukungan serta do'a pada setiap langkah sehingga penulis bisa menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik.
9. Saudara tersayang penulis M. Nur Ziljianuddin yang telah memberikan semangat serta do'a untuk penulis selama studi di UIN Walisongo Semarang.
10. Nuryanto, M. Pd dan Nur Rohmawati S. Pd. Si, M. Pd selaku guru mata pelajaran Kimia MAN 1 Kota Semarang yang

telah memberikan waktu kesempatan, waktu, serta arahan kepada penulis guna melaksanakan penelitian.

11. Peserta didik kelas X-8 dan X-12 MAN 1 Kota Semarang yang sudah membantu pada pelaksanaan penelitian.
12. Eliza Ariani, Fadilah, dan Hafidhoh Kamalatul Iffah selaku teman seperjuangan penulis yang telah memberikan dukungan, menghibur, motivasi, juga senantiasa mendengarkan keluh kesah penulis selama ini.
13. Fadhilah Rizka Afifah dan Ifa lathifatunnisa' selaku sahabat penulis yang telah memberikan semua bentuk dukungan kepada penulis selama menjalankan studi di Semarang.
14. Teman-teman grub malam (Nur Ikma, Damen dan Yusuf) yang sudah menemani penulis hingga penyusunan skripsi ini selesai dengan baik.
15. Teman-teman dari Pendidikan Kimia angkatan 2021 dan keluarga besar PK-A yang selalu memberikan semangat dan tempat bertukar pikiran selama penyusunan skripsi.
16. Segenap teman-teman Musyrifah dan Hai'ah Tahkim Mahad Al-Jami'ah UIN Walisongo Semarang yang telah memberikan dukungan, motivasi serta do'a kepada penulis.
17. Byun Baekhyun, Lee Haechan, Mark Lee, Park Jeongwoo, Wen Junhui, Lee Juyeon, dan Kim Taehyung yang

memberikan dukungan dan motivasi melalui karyakaryanya yang luar biasa kepada penulis.

18. Kepada diri saya sendiri, yang bertahan dari langkah kecil yang telah diambil dari bagian perjalanan ini. Terimakasih tetap berusaha sampai di titik ini dan menjadi manusia yang selalu tidak lelah mencoba. Skripsi ini menjadi bukti pencapaian penulis yang patut dirayakan untuk diri sendiri. Berbahagialah selalu apapun kelebihan juga kekuranganmu, mari tetap berjuang untuk heri esok.
19. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini baik moral maupun material yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis tidak bisa memberikan balasan apa-apa selain ucapan terimakasih serta iringan doa semoga Allah SWT, membalas setiap kebaikan yang telah diberikan. *Aamiin YaRobbal'Alamin.*

DAFTAR ISI

COVER.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
NOTA DINAS PEMBIMBING I.....	iv
NOTA DINAS PEMBIMBING II	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	8
C. Pembatasan Masalah.....	8
D. Rumusan Masalah.....	9
E. Tujuan Penelitian	9
F. Manfaat Penelitian.....	10
BAB II LANDASAN PUSTAKA.....	12
A. Kajian Teori	12
1. Model Challenge Based Learning.....	12
2. Keterampilan Berpikir Kritis.....	20
3. Sikap Ilmiah	24
4. Materi Kimia Hijau.....	32

B.	Kajian Penelitian yang Relevan	35
C.	Kerangka Berpikir.....	39
D.	Hipotesis Penelitian	42
BAB III METODE PENELITIAN.....		43
A.	Jenis Penelitian	43
B.	Tempat dan Waktu Penelitian.....	44
C.	Populasi dan Sampel	45
D.	Definisi Operasional Variabel	46
E.	Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data	46
F.	Validitas dan Reliabilitas Instrumen	54
G.	Teknik Analisis Data	58
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		62
A.	Deskripsi Hasil Penelitian.....	62
B.	Hasil Uji Hipotesis.....	72
C.	Pembahasan.....	75
D.	Keterbatasan Penelitian.....	92
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....		94
A.	Simpulan.....	94
B.	Implikasi	94
C.	Saran	95
DAFTAR PUSTAKA.....		96

DAFTAR TABEL

Tablel	Judul	Halaman
Tabel 3.1	Desain penelitian <i>Non-Equivalent Control Group</i>	44
Tabel 3.2	Indikator berpikir kritis	51
Tabel 3.3	Indikator sikap ilmiah	52
Tabel 3.4	Penilaian butir soal angket sikap ilmiah	54
Tabel 3.5	Kriteria tingkat kesukaran	57
Tabel 3.6	Kriteria Daya Pembeda	58
Tabel 3.7	Kriteria Uji <i>Effect Size</i>	61
Tabel 4.1	Hasil Uji Validitas	66
Tabel 4.2	Hasil Uji Tingkat Kesukaran	67
Tabel 4.3	Hasil Uji Daya Pembeda	68
Tabel 4.4	Soal yang digunakan dan tidak	68
Tabel 4.5	Hasil Uji Normalitas Keterampilan Berpikir Kritis	70
Tabel 4.6	Hasil Uji Normalitas Sikap Ilmiah	71
Tabel 4.7	Hasil Uji Homogenitas Keterampilan Berpikir Kritis	71
Tabel 4.8	Hasil Uji Homogenitas Sikap Ilmiah	72
Tabel 4.9	Hasil Uji <i>Independent Sample t Test</i> Keterampilan Berpikir Kritis	73
Tabel 4.10	Hasil Uji <i>Independent Sample t Test</i> Sikap Ilmiah	74
Tabel 4.11	Hasil Uji Effect Size	74
Tabel 4.12	Perbandingan Sintaks <i>Challenge Based Learning</i>	77

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1	Surat Penunjukan Pembimbing	102
Lampiran 2	Surat Keterangan Penelitian	103
Lampiran 3	Modul Ajar	104
Lampiran 4	LKPD	119
Lampiran 5	Instrumen Tes dan Lembar Penilaian Keterampilan Berpikir Kritis	133
Lampiran 6	Daftar Nama Responden dan Nilai Uji Coba Instrumen Tes	151
Lampiran 7	Hasil Uji Coba Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Kritis	151
Lampiran 8	Instrumen Angket Sikap Ilmiah	156
Lampiran 9	Daftar Nama Sampel Penelitian	167
Lampiran 10	Daftar Nilai <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	169
Lampiran 11	Hasil Uji Normaitas dan Homogenitas	170
Lampiran 12	Hasil Uji Hipotesis	171
Lampiran 13	Hasil Uji <i>Effect Size</i>	172
Lampiran 14	Dokumentasi Hasil Kerja Peserta Didik	173
Lampiran 15	Dokumentasi Penelitian	182

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Kerangka Berpikir	41
Gambar 4.1	Jawaban <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen	85
Gambar 4.2	Jawaban <i>Posttest</i> Kelas Kontro	85

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pendidikan memiliki peran strategis dalam membentuk sumber daya manusia yang unggul dan adaptif terhadap tantangan abad ke-21. Namun, fakta menunjukkan bahwa kualitas pendidikan di Indonesia masih menghadapi hambatan serius, terutama dalam hal penguasaan keterampilan berpikir kritis. Berdasarkan laporan *Programme for International Student Assessment* (PISA) 2022, kemampuan berpikir kritis dan kreatif peserta didik Indonesia yang diukur dalam kerangka *creative thinking* berada pada posisi mengkhawatirkan. Skor rata-rata Indonesia hanya mencapai 19 dari 60 poin, jauh di bawah rata-rata OECD sebesar 33 poin. Selain itu, hanya sekitar 31% peserta didik Indonesia yang mampu mencapai level dasar (Level 2), dan kurang dari 6% yang mencapai level tinggi dalam berpikir kreatif dan kritis. Data ini berasal dari PISA 2022 Volume III: *Creative Minds, Creative Schools*, yang menegaskan rendahnya kemampuan peserta didik Indonesia dalam mengevaluasi, memperbaiki, dan mengembangkan ide secara sistematis (OECD, 2024).

Kondisi tersebut mencerminkan lemahnya implementasi pembelajaran yang dapat melatih keterampilan berpikir kritis di sekolah. Hal ini sejalan dengan hasil wawancara di MAN 1 Kota Semarang yang menunjukkan bahwa proses pembelajaran kimia masih cenderung konvensional, berpusat pada guru, serta belum mengintegrasikan latihan keterampilan berpikir kritis dan sikap ilmiah dalam pembelajaran sehari-hari. Permasalahan ini semakin diperparah oleh kurangnya inovasi dalam penggunaan model pembelajaran. Pembelajaran yang monoton dan minim konteks kehidupan nyata menyebabkan peserta didik kurang aktif dan kurang tertarik dalam proses belajar. Padahal, keterampilan berpikir kritis dan sikap ilmiah sangat diperlukan dalam membentuk generasi yang adaptif, analitis, dan peduli terhadap isu-isu global seperti krisis lingkungan.

Pendidikan sebagai salah satu pilar utama pada aspek kehidupan guna menjamin kelangsungan hidup suatu bangsa dan negara. Pemerintah memberikan perhatian penuh dalam menangani masalah pendidikan di Indonesia, dengan sistem pendidikan yang berkualitas dapat ditemukan penerus generasi bangsa yang dapat terjun langsung guna menyesuaikan diri dalam

bermasyarakat, berbangsa, dan bernegara (Widuri, 2018). Pendidikan diharapkan bisa mengembangkan potensi peserta didik sehingga mereka bisa mengatasi masalah pada kehidupan mereka.

Pendidikan di Indonesia akhir-akhir ini mengalami penurunan kualitas yang sangat memprihatinkan. Hal tersebut terjadi sebab beberapa masalah pada sistem pendidikan Indonesia, dimana rendahnya kualitas pendidikan menjadi akibatnya (Fitri, 2021). Salah satu permasalahan dalam sistem pendidikan sendiri yakni tidak adanya perubahan dan inovasi dalam metode pembelajaran sehingga berdampak ke peserta didik yang pasif selama proses pembelajaran (Nurhuda, 2022). Permasalahan pendidikan di Indonesia ini, tentu memberikan dampak bagi peserta didik sebagai salah satu pemeran dalam menerima pendidikan.

Suatu negara dapat bersaing di era global, maka pendidikan adalah kunci yang harus ditujukan untuk meningkatkan daya saingnya. Kompetisi terjadi sangat ketat di era globalisasi, di mana dibutuhkan keterampilan yang penting untuk dibangun serta pengembangan karakter (Idris, 2020). Salah satu aspek penting yang dibutuhkan pada era globalisasi saat ini adalah keterampilan berpikir kritis. Organisasi internasional

seperti UNESCO dan OECD menekankan pentingnya keterampilan berpikir tingkat tinggi, termasuk berpikir kritis dan karakter ilmiah seperti rasa ingin tahu, objektivitas, dan tanggung jawab terhadap lingkungan. Bahkan, laporan *World Economic Forum* tahun 2020 menempatkan *complex problem-solving, critical thinking*, dan *analysis* sebagai tiga dari sepuluh keterampilan yang paling dibutuhkan dalam dunia kerja hingga tahun 2025.

Namun demikian, berdasarkan hasil PISA 2018, kemampuan literasi sains peserta didik Indonesia hanya mencapai skor 396, jauh di bawah rata-rata OECD (489), dan menempati peringkat ke-71 dari 79 negara (Schleicher, 2019). Rendahnya skor ini tidak hanya menunjukkan lemahnya kemampuan berpikir kritis, tetapi juga lemahnya pengembangan sikap ilmiah, seperti rasa ingin tahu, kemampuan mengevaluasi fakta secara objektif, dan tanggung jawab ilmiah terhadap lingkungan.

Dalam pengembangan pendidikan karakter, nilai-nilai seperti kreativitas dan rasa ingin tahu sangat penting. Salah satu indikator dari sikap ilmiah pada pembelajaran adalah rasa ingin tahu. Sikap ilmiah sendiri merupakan kecenderungan seseorang untuk merespons suatu hal dengan pendekatan yang berdasarkan ilmu pengetahuan dan metode ilmiah (Sujanam, 2002).

Dukungan adalah bentuk usaha yang dapat diberikan guna membangun sikap ilmiah melalui indikatornya yakni rasa ingin tahu, respek pada data serta berpikir kritis.

Proses pembelajaran selama ini pada kenyataannya belum optimal, sebab peserta didik kurang aktif guna mengikuti pembelajaran (Astika dan Suastra, 2013). Triyas dkk (2014) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa “Penyampaian materi yang kurang menarik dan monoton oleh pendidik adalah salah satu penyebab rendahnya sikap ilmiah peserta didik, sehingga peserta didik kurang termotivasi juga kurang aktif selama proses pembelajaran”. Hal ini selaras dengan hasil wawancara bersama pendidik kimia di MAN 1 Kota Semarang yang menyatakan bahwa selama kegiatan pembelajaran kimia, sikap ilmiah peserta didik belum pernah diukur maupun diterapkan.

Salah satu langkah yang bisa dilaksanakan guna menyelesaikan masalah tersebut yakni dengan menciptakan pembelajaran menarik, sehingga peserta didik bisa lebih aktif, inovatif, juga kreatif di dalam kelas. *Challenge Based Learning* menjadi salah satu solusi guna mengatasi pembelajaran monoton juga membosankan. Model pembelajaran ini mendorong interaksi lebih bermakna antara peserta didik juga pendidik melalui

penggunaan metode, pendekatan, serta teknik pembelajaran yang sesuai pada kegiatan belajar mengajar di kelas (Santos dkk, 2015).

Challenge Based Learning yakni pembelajaran yang mengarahkan peserta didik dengan aktif guna bekerja sama serta membangun keterampilan abad-21, keterampilan berpikir, dan keterampilan kecakapan hidup (*life skill*) guna mendukung kegiatan peserta didik (Cheng, 2016). Dengan demikian, *Challenge Based Learning* mampu menempatkan peserta didik menjadi tokoh utama pada proses pembelajaran serta mendorong mereka guna mencari solusi atas permasalahan yang muncul dari tantangan yang dihadapi. Melalui proses ini, peserta didik bisa berkembang menjadi individu lebih aktif juga kreatif.

Challenge based learning perlu diterapkan pada proses pembelajaran di kelas karena bisa membantu peserta didik memahami materi sekaligus melihat relevansi penerapannya pada kehidupan sehari-hari, khususnya pada pelajaran sains. Nawawi (2016) menyatakan model *Challenge Based Learning* berfokus pada penyelesaian masalah yang diambil dari situasi kehidupan nyata. Penerapan hakikat sains dalam pembelajaran IPA bisa diwujudkan melalui kurikulum yang memberikan pengalaman belajar langsung, sehingga

peserta didik dapat mengeksplorasi kompetensinya juga memahami lingkungan sekitar secara ilmiah (BNSP, 2006).

Cabang dari ilmu pengetahuan alam yang mengkaji struktur, sifat, perubahan, komposisi serta energi ialah kimia dimana terlibat dalam transformasi suatu materi (Chang, 2003). Pada kurikulum merdeka salah satu topik baru pada ilmu kimia yakni kimia hijau. Kimia hijau, maupun *green chemistry*, ialah cabang ilmu yang mempelajari proses pembuatan suatu produk dengan tujuan mengurangi bahkan menghilangkan penggunaan bahan kimia berbahaya (Mitarlis, 2016).

Tujuan pembelajaran materi ini yakni peserta didik bisa memahami juga menggunakan konsep kimia hijau untuk mengurangi dampak bahan kimia pada lingkungan sekitar mereka (BSKAP, 2022). Sehingga dari materi kimia hijau ini, sejalan dengan penggunaan model *challenge based learning*. Dimana dalam proses pembelajarannya peserta didik dituntut agar mencari solusi dari tantangan yang telah didapat dari penyampaian materi.

Sehingga dari beberapa paparan tersebut, dengan penerapan model *challenge based learning* bisa diterapkan guna mengetahui keterampilan berpikir kritis dan sikap ilmiah peserta didik yang dilaksanakan pada proses pembelajaran. Peneliti tertarik guna menggali informasi

dengan melaksanakan penelitian dengan judul **“Efektivitas Model Pembelajaran *Challenge Based Learning* terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Sikap Ilmiah pada Materi Kimia Hijau”**.

B. Identifikasi Masalah

Dari latar belakang yang dipaparkan, diperoleh identifikasi masalah yakni:

1. Proses pembelajaran yang monoton dan kurang menarik.
2. Peserta didik memiliki keterampilan berpikir kritis dan sikap ilmiah yang rendah.
3. Model pembelajaran yang digunakan tenaga pendidik adalah model konvensional yang berdampak pada tingkat berpikir peserta didik.
4. Materi pembelajaran khususnya pada materi kimia hijau, belum dihubungkan dengan masalah pada lingkungan, sehingga berdampak pada peserta didik belum mendapatkan pemahaman menyeluruh tentang pentingnya kimia hijau.

C. Pembatasan Masalah

Dari permasalahan yang sudah diidentifikasi, maka diperlukan pembatasan masalah sehingga penelitian yang hendak dilaksanakan semakin terarah. Pembatasan masalah penelitian ini berfokus pada:

1. Penelitian ini fokus pada model *challenge based learning*.
2. Penelitian ini berfokus guna mengukur keterampilan berpikir kritis dan sikap ilmiah peserta didik.
3. Materi yang digunakan penelitian yakni kimia hijau.

D. Rumusan Masalah

Dari penjelasan yang dipaparkan pada pembatasan masalah, rumusan masalah penelitian ini yakni: "Apakah terdapat efektivitas model *challenge based learning* terhadap keterampilan berpikir kritis dan sikap ilmiah peserta didik dalam pembelajaran kimia hijau?".

E. Tujuan Penelitian

Dari penjelasan yang dipaparkan pada rumusan masalah, tujuan penelitian ini mengetahui efektivitas penerapan model *challenge based learning* terhadap keterampilan berpikir kritis dan sikap ilmiah peserta didik dalam pembelajaran kimia hijau. Dengan memberikan kontribusi empiris terhadap pengembangan model pembelajaran inovatif yang mampu mendukung penguasaan keterampilan abad 21, khususnya keterampilan berpikir kritis dan sikap ilmiah dalam pembelajaran kimia menggunakan alternatif pendekatan *challenge based learning* yang kontekstual dengan kehidupan nyata sebagai strategi untuk membangun

pembelajaran kimia yang aktif, bermakna, dan berkelanjutan.

F. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan bisa memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Memberikan kontribusi bagi pengembangan kajian ilmu pendidikan kimia, khususnya dalam menerapkan model pembelajaran *Challenge Based Learning* yang terintegrasi dengan penguatan keterampilan berpikir kritis dan sikap ilmiah peserta didik. Menambah referensi ilmiah yang mendukung pentingnya inovasi *challenge based learning* dalam rangka merespons kebutuhan pendidikan abad 21.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Sekolah

Sebagai dasar dalam pengambilan kebijakan pengembangan pembelajaran aktif dan kontekstual yang sesuai dengan arah Kurikulum Merdeka, terutama untuk pembelajaran berbasis isu lingkungan seperti kimia hijau.

b. Bagi Guru

Sebagai inspirasi dan panduan dalam menerapkan strategi pembelajaran berbasis tantangan yang mampu menumbuhkan keterampilan berpikir kritis dan sikap ilmiah pada peserta didik.

c. Bagi Peserta Didik

Membantu meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan sikap ilmiah, serta mendorong keaktifan, rasa ingin tahu, dan kepedulian terhadap isu lingkungan yang nyata dan relevan dengan kehidupan sehari-hari.

d. Bagi Peneliti

Sebagai pengetahuan juga pengalaman guna model pembelajaran diterapkan dengan tujuan mendorong motivasi belajar kimia, sekaligus mengasah keterampilan berpikir kritis serta membangun sikap ilmiah peserta didik.

BAB II

LANDASAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Model Challenge Based Learning

Challenge Based Learning (CBL) yakni model pembelajaran dimana mengintegrasikan berbagai karakteristik dari model pembelajaran lain, seperti *Problem Based Learning* (PBL), *Project Based Learning* (PjBL), juga *Contextual Teaching and Learning* (CTL) (Johnson dan Adams, 2011; Johnson dkk., 2009). *Challenge based learning* yakni model pembelajaran kolaboratif di mana pendidik juga peserta didik bekerja sama guna mengidentifikasi suatu masalah, mencari solusi, serta mengambil tindakan nyata berdasarkan solusi tersebut (Johnson dan Adams, 2011).

Challenge based learning mencakup pemecahan masalah yang dihadapi dalam kehidupan nyata, di mana peserta didik dapat menerapkan pengetahuan serta keterampilan mereka dalam menyelesaikan masalah. Model pembelajaran ini menjadikan tantangan dari kehidupan sehari-hari sebagai sarana untuk membangun pengetahuan baru berdasarkan

pengetahuan awal juga pengalaman yang peserta didik miliki. Hal ini karena tantangan yang dirancang secara efektif dapat mendorong peserta didik untuk menggunakan intuisi mereka dalam memahami permasalahan, sekaligus mengaitkannya dengan pengalaman dan pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya (Swiden, 2013).

Keterampilan abad-21, keterampilan berpikir (*thinking skills*), dan keterampilan kecakapan hidup (*life skills*) peserta didik dapat dibangun melalui pembelajaran dengan model *challenge based learning* (Cheng, 2016). Dengan memakai tahapan-tahapan model *challenge based learning*, peserta didik bisa meningkatkan berbagai kemampuan dan keterampilan mereka sambil memperoleh pengetahuan.

Sintaks model *challenge based learning* yang efektif menurut Johnson dkk., (2009) meliputi 9 fase yaitu:

a. Ide Besar/ Gagasan Utama (*Big Idea*)

Dalam tahap ini, pendidik memberikan gambaran tentang ide besar, yaitu konsep luas yang dapat dieksplor oleh peserta didik dengan berbagai cara dan menjadi fokus utama dalam pembelajaran hingga selesai. Materi pembelajaran

adalah konsep utama ini. Misalnya, dapat berupa artikel berita atau video yang membahas materi yang dipelajari dengan menggunakan LKPD atau media *PowerPoint*.

b. Pertanyaan penting (*Essential Question*)

Pertanyaan penting yakni pertanyaan yang dibuat pendidik guna membantu peserta didik memahami konsep utama. Pendidik membantu peserta didik membuat pertanyaan penting berkaitan dengan materi yang diajarkan.

c. Tantangan (*Challenge*)

Tantangan bisa merepresentasikan gagasan maupun ide utama dari pertanyaan-pertanyaan penting, serta mendorong peserta didik untuk merumuskan jawaban lebih terarah maupun mendapat solusi yang dapat diterapkan pada keadaan nyata. Guna menghadapi situasi nyata, peserta didik bisa mengemukakan jawaban yang bervariasi serta menemukan solusi relevan. Tantangan pendidik dalam LKPD adalah subtopik materi pembelajaran.

d. Pertanyaan Pemandu (*Guiding Question*)

Pertanyaan pemandu yaitu peserta didik membuat pertanyaan sendiri dari LKPD dalam

mewakili pengetahuan yang mereka butuhkan guna menemukan dengan benar tantangan yang dimaksudkan pendidik.

e. Aktivitas Pemandu (*Guiding Activities*)

Aktivitas pemandu yaitu peserta didik melaksanakan percobaan, pengamatan, pengumpulan data, juga analisis data serta bekerja sama pada kelompok kecil guna menyelesaikan tantangan.

f. Sumber Pemandu (*Guiding Resource*)

Sumber pemandu yaitu peserta didik menuliskan hasil keseluruhan kegiatan berdasarkan literatur, seperti buku paket dan jurnal ilmiah yang dapat membantu peserta didik dalam menemukan solusi.

g. Solusi (*Solution*)

Peserta didik melakukan aktivitas berpikir yang menghasilkan kesimpulan dan solusi yang relevan dengan materi pembelajaran. Solusi adalah jawaban akhir dari tantangan yang telah dihadapi.

h. Penilaian (*Assessment*)

Penilaian dilakukan pendidik dengan cara meminta peserta didik guna menjelaskan solusi

dari tantangan yang diberikan menggunakan kalimat dan pemikiran mereka sendiri. Selain itu, pendidik juga meminta peserta didik menyampaikan bukti serta memberikan klarifikasi atas penjelasan mereka. Proses ini melibatkan komunikasi dua arah, di mana peserta didik saling mendengarkan secara kritis penjelasan dari teman sekelas maupun dari pendidik.

i. Publikasi (*Publishing*)

Publikasi dilakukan oleh peserta didik dengan mendokumentasikan pengalaman belajar mereka, misalnya melalui presentasi di hadapan teman-teman sekelas, menampilkan hasilnya di majalah dinding sekolah, atau membagikannya melalui media daring.

Berdasarkan penjabaran setiap fase dalam sintaks model pembelajaran *challenge based learning* dapat dilihat bahwa pembelajaran difokuskan pada peserta didik (*student centered*). Peserta didik dilibatkan aktif guna bekerja sama dalam kelompoknya dibawah bimbingan pendidik dalam menyelesaikan tantangan (Apple Inc, 2010). Pendidik sebagai fasilitator guna mengarahkan peserta didik mencari dan

menyelesaikan tantangannya (Cruger, 2017; Cheng, 2016; Johnson dkk., 2009).

Dalam pembelajaran berbasis tantangan, tugas utama pendidik adalah memberikan informasi dan membantu peserta didik membuat konstruksi pengetahuan dari sebuah masalah. Mereka harus mempersempit masalah, membangun pertanyaan awal, mengidentifikasi topik penting, dan menyelidiki berbagai solusi yang dapat diterima dan masuk akal. (Johnson dkk., 2009).

Challenge Based Learning memiliki sejumlah kelebihan yang menjadikannya unggul sebagai pendekatan pembelajaran abad ke-21. Salah satu keunggulan utamanya adalah kemampuannya dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah, karena peserta didik dihadapkan langsung pada tantangan nyata yang menuntut analisis mendalam dan solusi yang logis (Johnson et al., 2009). Selain itu, model ini sangat menekankan kolaborasi dan komunikasi antar peserta didik, baik dalam diskusi kelompok maupun dalam proses penyampaian solusi, yang sejalan dengan tuntutan keterampilan sosial abad ke-21 (Ng & Lee, 2015). Pembelajaran yang kontekstual dan berbasis

tantangan juga terbukti mampu meningkatkan motivasi belajar dan rasa ingin tahu peserta didik karena mereka merasa terhubung dengan isu-isu kehidupan nyata (Nicholson & Galguera, 2013). Lebih lanjut, *challenge based learning* turut membentuk kepedulian sosial dan lingkungan, karena tantangan yang diangkat seringkali berkaitan dengan permasalahan global dan lokal yang aktual, seperti perubahan iklim atau limbah plastik (Apple Inc., 2010). Fleksibilitas *challenge based learning* yang memungkinkan integrasi lintas disiplin ilmu juga menjadi nilai tambah, terutama dalam menciptakan pengalaman belajar yang holistik dan bermakna (Cheng, 2016).

Namun demikian, penerapan model *challenge based learning* juga memiliki beberapa kekurangan yang perlu diperhatikan. Salah satunya adalah kebutuhan waktu yang cukup panjang dalam proses pembelajaran, mulai dari merancang tantangan, menjalankan aktivitas, hingga merefleksikan dan mempublikasikan hasil (Santos et al., 2015). Selain itu, pendekatan ini menuntut kompetensi tinggi dari guru, baik dalam merancang skenario pembelajaran yang relevan maupun dalam membimbing peserta didik

secara efektif tanpa terlalu mengarahkan (Swiden, 2013). Tidak semua peserta didik pun siap dengan pembelajaran yang menuntut kemandirian dan inisiatif tinggi, sehingga beberapa dari mereka dapat mengalami kesulitan dalam mengelola waktu, bekerja sama dalam tim, atau menyelesaikan tantangan secara optimal (Ng & Lee, 2015). Evaluasi dalam model ini juga lebih kompleks karena tidak hanya menilai aspek kognitif, tetapi juga keterampilan proses, sikap ilmiah, dan hasil akhir berupa solusi atau produk, yang memerlukan rubrik penilaian yang holistik dan objektif (Nicholson & Galguera, 2013).

Dari penjelasan yang dipaparkan, model pembelajaran berbasis tantangan maupun *challenge based learning* yakni salah satu model pembelajaran dengan alur efisien dan efektif guna melaksanakan proses pembelajaran dengan cara menyelesaikan tantangan dunia nyata. *Challenge based learning* bersifat kolaboratif dan juga melibatkan langsung keaktifan peserta didik guna menyelesaikan sebuah tantangan dari suatu permasalahan.

Penerapan ditekankan pada pentingnya menggunakan tantangan untuk merangkai pengalaman belajar, dan mengembangkan generasi

peserta didik yang terlibat serta mampu mengidentifikasi tantangan dan mengembangkan solusi inovatif dan berkelanjutan. Penerapan model *Challenge based learning* ini bisa dipakai guna menumbuhkan keterampilan berpikir kritis juga sikap ilmiah peserta didik.

2. Keterampilan Berpikir Kritis

Menurut Ennis (1996) berpikir kritis yakni suatu kemampuan berpikir reflektif berfokus pada membuat keputusan tentang tindakan. Keyakinan dan tanggung jawab. Keterampilan berpikir kritis yakni kemampuan individu dalam menggunakan proses kognitif guna menganalisis suatu permasalahan, mencari solusi, menyusun serta mempertahankan argumen, dan membuat keputusan yang tepat (Halpern, 2013).

Duron (2006) secara sederhana mengartikan berpikir kritis sebagai keterampilan dalam menganalisis dan mengevaluasi data. Kemampuan berpikir kritis memungkinkan individu guna berpikir dengan sistematis juga logis. Kemampuan ini berkembang melalui kebiasaan dalam menghadapi dan menyelesaikan masalah (Syafei, 2016). Penilaian terhadap keterampilan berpikir kritis didasarkan pada beberapa aspek, antara lain interpretasi, analisis,

evaluasi, dan inferensi. Dalam proses penilaianya, perlu disertakan bukti-bukti yang mencakup pemahaman konsep, metodologi yang digunakan, kriteria penilaian, serta konteks permasalahan yang dihadapi (Facione, 1990).

Menurut Stephenson dkk (2019), menyatakan keterampilan berpikir kritis memiliki banyak manfaat, diantaranya :

- a. Dapat menyelesaikan masalah dan menarik kesimpulan.
- b. Dapat mempertahankan pendapat.
- c. Dari berbagai sudut pandang dapat memberikan solusi.
- d. Memberikan ide dalam suatu hal baru.
- e. Dapat memberikan hipotesis.
- f. Menilai dugaan fakta.
- g. Mengeksplorasi, implikasi juga menerima konsekuensi.
- h. Bisa mempertahankan argumen dengan baik.

Kebiasaan menerapkan berpikir kritis bisa membantu individu guna menunjang *life skill* yang dimilikinya, dengan berjalannya waktu keterampilan berpikir kritis bisa semakin berkembang (Facione, 1990). Johnson E (2002) mengemukakan terkait

pentingnya berpikir kritis, yang mana peserta didik memiliki peluang besar guna bisa mempelajari masalah dengan sistematis, menghadapi tantangan secara terstruktur, dan membuat solusi dengan sudut pandang baru.

Menurut Facione (1990) keterampilan berpikir kritis terdapat indikator guna dapat mengembangkannya, indikator tersebut yakni:

a. Interpretasi

Kemampuan guna memahami juga mengungkapkan makna dari suatu peristiwa, pengalaman, situasi, serta hal-hal lainnya. Sub-keterampilan pada interpretasi mencakup kemampuan mengelompokkan informasi, mengidentifikasi atau menyandikan makna, serta memberikan penjelasan yang jelas terhadap makna yang dimaksud.

b. Analisis

Kemampuan guna mengkaji bagaimana pernyataan, konsep, pertanyaan, deskripsi, maupun bentuk representasi lainnya saling berkaitan dalam membentuk suatu pendapat. Sub-keterampilan pada analisis mencakup kemampuan mengenali pendapat, memahami alasan maupun

argumen yang mendasarinya, serta menguji keabsahan konsep atau ide yang disampaikan.

c. Evaluasi

Evaluasi mencakup kejujuran dalam menyampaikan pernyataan, yang melibatkan penjelasan tentang situasi, pengalaman, penilaian, serta pendapat individu. Sub-keterampilan pada evaluasi mencakup kemampuan menilai kejujuran suatu argumen juga menilai kualitas argumen yang disampaikan.

d. Inferensi

Kemampuan guna mengidentifikasi serta memastikan faktor-faktor yang dipakai guna menarik kesimpulan secara logis. Tujuan utama dari keterampilan ini adalah membentuk hipotesis atau dugaan, mempertimbangkan informasi relevan, serta menyimpulkan konsekuensi berdasarkan data, pernyataan, bukti, pendapat, serta informasi lainnya.

e. Penjelasan

Penyampaian hasil penalaran secara meyakinkan juga sistematis. Sub-keterampilan pada penjelasan mencakup kemampuan menyampaikan hasil, menjelaskan prosedur yang

digunakan, serta mengemukakan pendapat secara terstruktur.

f. Pengaturan Diri

Proses mengamati aktivitas kognitif seseorang, termasuk bagaimana keterampilan diterapkan, serta mengungkap hasil atau alasan di balik tindakan yang dilakukan.

Berdasarkan uraian di atas, dimensi indikator berpikir kritis pada penelitian ini merujuk pada pendapat Facione, yang mencakup interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, penjelasan, juga pengaturan diri.

Dari penjelasan tersebut bisa disimpulkan keterampilan berpikir kritis yakni perpaduan antara keterampilan, pengetahuan, juga sikap kognitif yang unggul, yang diterapkan guna memecahkan masalah secara sistematis, logis, juga tepat, serta guna mengemukakan argumen berdasarkan ide yang dimiliki individu. Keterampilan berpikir kritis diharapkan bisa mengembangkan pemikiran *open minded* dan *life skill* bagi peserta didik.

3. Sikap Ilmiah

Sikap ilmiah yakni hal sangat bernilai sebagai dasar guna menumbuhkan karakter penyelidikan ilmiah

(Grinnell, 1992). Sikap ini mencerminkan cara berpikir yang mengikuti prinsip-prinsip dan prosedur yang berlaku dalam ilmu pengetahuan. Suatu tindakan dapat disebut sebagai sikap ilmiah apabila dilakukan sesuai dengan etika ilmiah. Dalam hal ini, kode etik ilmuwan berperan penting karena berkaitan erat dengan cara pandang ilmiah terhadap suatu fenomena. Akibatnya, sikap ilmiah digunakan untuk menetapkan tujuan tindakan ilmiah. (Kristiani dkk, 2015).

Sikap ilmiah yakni pola berpikir yang dimiliki seorang ilmuwan mencakup sifat objektif, rasa ingin tahu, kebiasaan bertanya, juga kemampuan menarik kesimpulan berdasarkan fakta. Menurut Wiyanto (2015), sikap ilmiah yakni kecenderungan, kesiapan, maupun kesediaan peserta didik guna bertindak juga merespons secara ilmiah. Sementara itu, Arizona dkk. (2015) menyatakan sikap ilmiah mencakup keingintahuan terhadap objek, makhluk hidup, fenomena alam, serta keterkaitan sebab-akibat yang bisa memperoleh masalah baru, dimana penyelesaiannya memerlukan penerapan prosedur ilmiah yang tepat. Oleh karena itu, sikap ilmiah yakni

salah satu unsur penting pada hakikat Ilmu Pengetahuan Alam (IPA).

Dari paparan di atas, sikap ilmiah yakni sikap yang senantiasa menyatu pada proses pembelajaran, terutama upaya mencari juga mengembangkan pengetahuan baru. Sikap ini mencakup keterbukaan terhadap fakta, kehati-hatian, tanggung jawab, rasa ingin tahu yang tinggi, serta dorongan guna terus meneliti. Menurut Harlen (2000), sikap ilmiah terdiri dari lima dimensi utama yang menjadi indikator, yakni: *curiosity* (rasa ingin tahu), *respect for evidence* (kepedulian pada data maupun fakta), *flexibility in ways of thinking* (fleksibilitas guna berpikir), *critical reflection* (kemampuan berpikir kritis), dan *sensitivity in investigating the environment* (kepekaan pada lingkungan sekitar). Setiap dimensi tersebut punya indikator-indikator spesifik yang bisa dipakai guna mengukur sikap ilmiah peserta didik, diantaranya:

a. *Curiosity* (Sikap Ingin Tahu)

Sikap ingin tahu yakni dorongan guna memahami lebih dalam pada sesuatu yang dipelajari, dilihat, atau didengar, yang tercermin pada upaya aktif guna memperoleh pengetahuan

lebih mendalam. Ciri-ciri dari indikator sikap rasa ingin tahu yakni:

- 1) Melakukan aktivitas bersifat fakta, contohnya mengajukan pertanyaan dengan kata tanya "apa" untuk menunjukkan ketertarikan terhadap hal baru.
 - 2) Memberikan fokus lebih pada kegiatan baru yang membuat peserta didik bingung juga mendorong peserta didik guna bertanya mengenai hal baru tersebut.
 - 3) Mempelajari kegiatan baru juga melaksanakan kegiatan bentuk dari tanggapan pada hal baru tersebut.
 - 4) Melaksanakan suatu percobaan pada hal baru juga bertanya tentang hal baru menggunakan kata tanya "bagaimana" serta "mengapa".
 - 5) Memfokuskan lingkungan dan sekitarnya sebagai objek percobaan guna mencari jawaban dari pertanyaan yang ada.
 - 6) Mencari informasi bersumber pada buku maupun sumber lain guna menjawab rasa ingin tahu nya.
- b. *Respect for evidence* (peduli pada data maupun fakta)

Berikut ciri-ciri dari indikator peduli terhadap data atau fakta yakni sebagai berikut:

- 1) Mencoba membuktikan kesimpulan, meskipun maknanya dipengaruhi konsep yang didiskusikan sebelumnya.
 - 2) Sadar terkait data/bukti tidak sejalan pada hipotesa.
 - 3) Melihat ulang data/bukti dimana tidak sesuai kesimpulan.
 - 4) Cukup menerima kesimpulan berlandaskan data/bukti.
 - 5) Menunjukkan keinginan guna mendapatkan bukti tambahan untuk mengevaluasi kesimpulan sebelum menyetujuinya.
 - 6) Sadar bahwa kesimpulan bukanlah hal yang final, sehingga masih bisa dikaji ulang dengan bukti lebih mendalam..
- c. *Flexibility in ways of thinking* (fleksibel dalam berpikir)
- Adapun ciri-ciri dari indikator fleksibel dalam berpikir adalah sebagai berikut:
- 1) Sikap bisa berubah jika cara berpikir dan perkataan seseorang ikut berubah.

- 2) Menunjukkan keterbukaan pada pendapat orang lain yang logis juga didasarkan bukti.
 - 3) Mengadaptasi pandangannya sesuai informasi terbaru, meskipun tetap memegang prinsip lama.
 - 4) Terbuka pada pendapat orang lain selama ada bukti yang mendukungnya.
 - 5) Mengubah opini setelah melihat fakta.
 - 6) Menyadari proses berpikir dan refleksi bisa membuka pemahaman baru.
- d. *Critical reflection* (berpikir kritis)

Berpikir kritis yakni sikap yang ditandai dengan kehati-hatian guna menerima suatu informasi maupun gagasan. Seseorang dengan sikap ini tidak langsung mempercayai ide maupun pendapat tanpa terlebih dahulu mencari, mengevaluasi, juga membuktikan kebenarannya logis juga objektif. Adapun ciri-ciri dari indikator ini yakni:

- 1) Mengoreksi kembali hasil ujian yang telah dikerjakan guna memastikan jawabannya benar.
- 2) Terbuka pada langkah atau pendekatan lain yang lebih efektif.

- 3) Membicarakan langkah-langkah yang sudah dilaksanakan sebagai upaya meningkatkan kerja.
 - 4) Memikirkan manfaat juga risiko dari cara lain yang hendak dipakai.
 - 5) Menggali hal-hal yang bisa meningkatkan kualitas prosedur yang dijalankan.
 - 6) Mengulas dan memperbaiki prosedur dengan menyeluruh, baik sebelum, selama, maupun setelah kegiatan dilakukan.
- e. *Sensitivity in investigating the environment* (sikap peka pada lingkungan sekitar)
- Adapun ciri-ciri indikator sikap ini adalah sebagai berikut:
- 1) Berperan aktif guna mengawasi juga menjaga lingkungan sekelilingnya.
 - 2) Menunjukkan tanggung jawab pada kehidupan tanpa perlu diawasi terus menerus.
 - 3) Melakukan observasi di luar sekolah guna memahami cara-cara menjaga lingkungan dari pencemaran dan kerusakan akibat cuaca.
 - 4) Berusaha mengurangi gangguan pada alam akibat percobaan, misalnya dengan

mengembalikan hewan atau benda ke habitat aslinya .

- 5) Bersikap peduli dan tidak merusak lingkungan tempat tinggal atau belajar.
- 6) Menjamin bahwa perlakuan pada makhluk hidup tidak membahayakan mereka ataupun merusak elemen lingkungan lainnya.

Dari uraian tersebut, dimensi sikap ilmiah yang dijadikan acuan pada penelitian ini merujuk atas pendapat Wayne Harlen, meliputi: rasa ingin tahu, penghargaan pada data maupun fakta, fleksibilitas dalam berpikir, kemampuan berpikir kritis, serta kepekaan pada lingkungan.

Berdasarkan penjelasan yang telah diuraikan, bahwa sikap ilmiah suatu perilaku atau sikap yang mana individu bisa memilikinya guna melaksanakan suatu kegiatan penyelesaian permasalahan. Sikap ilmiah dalam penerapannya sangat penting karena dalam indikatornya yang telah dipaparkan memberikan pengaruh yang signifikan dalam kemajuan ilmu pengetahuan yang secara objektif dalam menjalankan suatu kegiatan ilmiah. Dan dalam penelitian ini materi yang cocok dihubungkan

mengembangkan sikap ilmiah peserta didik salah satunya yakni materi kimia hijau.

4. Materi Kimia Hijau

Kimia hijau atau *green chemistry* yakni suatu paradigma baru pada perancangan produk juga proses kimia yang bertujuan mengurangi, bahkan menghilangkan, pembentukan zat kimia berbahaya juga beracun (Palgunadi, 2007). Fokus utama dari kimia hijau yakni menemukan proses kimia lebih ramah lingkungan, serta berupaya guna menghindari juga meminimalkan polusi beserta sumber pencemarannya.

Kimia hijau yakni suatu pendekatan guna pembuatan produk kimia yang menekankan pada pengurangan maupun penghilangan penggunaan bahan kimia berbahaya. Topik tentang kimia hijau ataupun *green chemistry* termasuk salah satu topik baru dalam kurikulum merdeka pada mata pelajaran kimia. Topik ini mencakup berbagai aspek, misalnya pengurangan limbah, penggunaan pelarut dan katalis yang lebih aman, pemilihan bahan awal juga senyawa organik ramah lingkungan, serta peningkatan efisiensi energi. Menurut Nurbaiti (2011), materi ini bersifat konseptual. Tujuan utama pengajaran kimia hijau

yakni agar peserta didik mampu memahami juga menerapkan prinsip-prinsip kimia hijau pada upaya mengurangi dampak negatif bahan kimia pada lingkungan.

Sikap ilmiah yakni aspek penting yang perlu dimiliki setiap peserta didik. Dalam hal ini, individu dituntut guna mampu memecahkan masalah secara sistematis dengan memakai pendekatan ilmiah (Ulum, 2007). Kegiatan pembelajaran yang bersifat ilmiah, seperti diskusi terbuka, percobaan yang menarik, penyajian hasil temuan, serta pengujian terhadap hasil tersebut, dapat mendorong tumbuhnya cara pandang ilmiah. Oleh karena itu, pembelajaran sains sebaiknya difokuskan pada aktivitas yang mendukung pembentukan pola belajar peserta didik dimana relevan dengan latar belakang pengalaman serta aplikatif pada kehidupan sehari-hari.. Melalui pendekatan ini, peserta didik tidak hanya mengembangkan sikap ilmiah, tetapi juga merasa bahwa ide dan pemikirannya dihargai dalam proses belajar (Ataha dan Ogumogu, 2013).

Terdapat berbagai kontribusi sederhana yang bisa dilaksanakan guna mendukung penerapan konsep kimia hijau pada kehidupan sehari-hari.

Contohnya, masyarakat dapat menggunakan bahan kimia seperlunya, membuang limbah kimia di tempat yang sesuai, menyimpan bahan kimia sesuai dengan standar operasional prosedur (SOP), serta menemukan alternatif bahan alami untuk menggantikan bahan kimia berbahaya. Langkah-langkah tersebut diharapkan mampu membantu menjaga kelestarian lingkungan. Selain itu, terdapat 12 prinsip kimia hijau dimana bisa diterapkan pada kehidupan sehari-hari, antara lain:

- a. Menghindari terbentuknya limbah
- b. Membuat bahan kimia juga produk turunannya yang tidak beracun
- c. Mendesain cara pembuatan zat kimia dengan dampak negatif seminimal mungkin.
- d. Menggunakan bahan-bahan kimia yang aman selama proses produksi berlangsung
- e. Memilih pelarut juga kondisi reaksi yang aman.
- f. Mengurangi konsumsi energi dalam proses kimia
- g. Memanfaatkan bahan dari sumber yang bisa diperbarui
- h. Menghindari penggunaan zat perantara yang tidak perlu agar proses lebih aman
- i. Memakai katalis

- j. Membuat bahan kimia yang bisa terurai dengan aman di alam setelah dipakai
- k. Melakukan pemantau proses secara real-time agar bisa mencegah pencemaran
- l. Menghindari bahaya dari kecelakaan kerja.

Dari paparan di atas, bisa disimpulkan kimia hijau yakni salah satu cabang ilmu kimia yang berfokus pada desain proses juga produk kimia yang tidak merusak lingkungan serta aman bagi semua makhluk hidup. Penerapan 12 prinsip kimia hijau secara optimal dapat mendukung pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs) tahun 2030, yang merupakan agenda global dalam menjaga kualitas hidup. Melalui pembelajaran kimia hijau, tujuannya yakni agar peserta didik bisa berpikir kritis juga punya sikap ilmiah. Hal ini dimungkinkan karena model *challenge based learning* yang diterapkan pada proses pembelajaran kimia hijau mendorong keterlibatan peserta didik dengan lingkungan sekitar, serta menjadikan ilmu kimia lebih kontekstual dan relevan pada kehidupan sehari-hari.

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Kajian terhadap penelitian-penelitian terdahulu yang relevan bertujuan sebagai upaya menghindari

pengulangan objek penelitian juga memperkuat landasan teoritis, sejumlah penelitian yang relevan disajikan berikut ini:

1. Nuri A (2017) dengan judul penelitiannya “Pengaruh Model *Challenge Based Learning* terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Lingkungan Kelas X di SMA Negeri 4 Prabumulih”. Berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan diketahui penerapan model *Challenge Based Learning* (CBL) memberikan pengaruh signifikan pada peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Perbedaan antara penelitian terdahulu dengan penelitian ini terletak pada fokus kajian. Jika penelitian sebelumnya menitikberatkan pada kemampuan berpikir kritis, maka penelitian yang hendak dilaksanakan peneliti juga difokuskan pada pengembangan sikap ilmiah peserta didik.
2. Haqq A (2017) dengan judul penelitiannya “Implementasi *Challenge Based Learning* dalam Upaya Meningkatkan Kemampuan Penalaran Matematis Siswa SMA”. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan penerapan pendekatan *Challenge Based Learning* (CBL) pendekatan tersebut terbukti mampu memberikan hasil pencapaian juga peningkatan

pemahaman konsep matematis lebih baik dibandingkan dengan pendekatan saintifik. Namun, perbedaan utama dengan penelitian yang hendak dilaksanakan terletak pada fokus kajiannya; penelitian ini menitikberatkan pada pengukuran sikap ilmiah peserta didik, bukan pada pemahaman konsep matematis.

3. Susanti A (2018) dengan judul penelitiannya “Pengaruh Model Pembelajaran *Challenge Based Learning* Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas VII Pada Mata Pelajaran Biologi Materi Klasifikasi Makhluk Hidup di SMP Negeri 22 OKU”. Hasil dari penelitian yang telah dilaksanakan menunjukkan penerapan model *challenge based learning* punya pengaruh signifikan pada keterampilan proses sains. Perbedaanya yakni penelitian terdahulu mengukur keterampilan proses sains sedangkan penelitian ini mengukur sikap ilmiah serta perbedaan pada materi yang disampaikan.
4. Astika U, dkk (2013) dengan judul “Pengaruh Model Pembelajaran *Problem Based Learning* terhadap Sikap Ilmiah dan Keterampilan Berpikir Kritis”. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan ada perbedaan signifikan dari sikap ilmiah juga keterampilan berpikir

kritis sebelum dengan setelah menerapkan model PBL. Perbedaanya dengan penelitian yang hendak dilaksanakan peneliti yakni model pembelajaran yang diterapkan, juga materi yang hendak disampaikan.

5. Rosita I (2017) dengan judul “Analisis Sikap Ilmiah Siswa dengan Model Pembelajaran Berbasis Masalah pada Materi Laju Reaksi”. Penelitian terdahulu membuktikan penerapan model pembelajaran berbasis masalah bisa menumbuhkan sikap ilmiah peserta didik pada materi laju reaksi dengan hasil berkategori sangat baik. Perbedaan dengan penelitian ini terletak pada model pembelajaran yang diterapkan. Jika penelitian sebelumnya menerapkan model pembelajaran berbasis masalah, maka penelitian ini menerapkan model *challenge based learning*.

Dari uraian kajian penelitian terdahulu, bisa disimpulkan penelitian ini menghadirkan kebaruan berupa penerapan model *Challenge Based Learning* (CBL). Melalui model ini, diharapkan penelitian mampu memberikan kontribusi yang lebih optimal dalam menumbuhkan keterampilan berpikir kritis juga sikap ilmiah peserta didik, khususnya pada pembelajaran materi kimia hijau

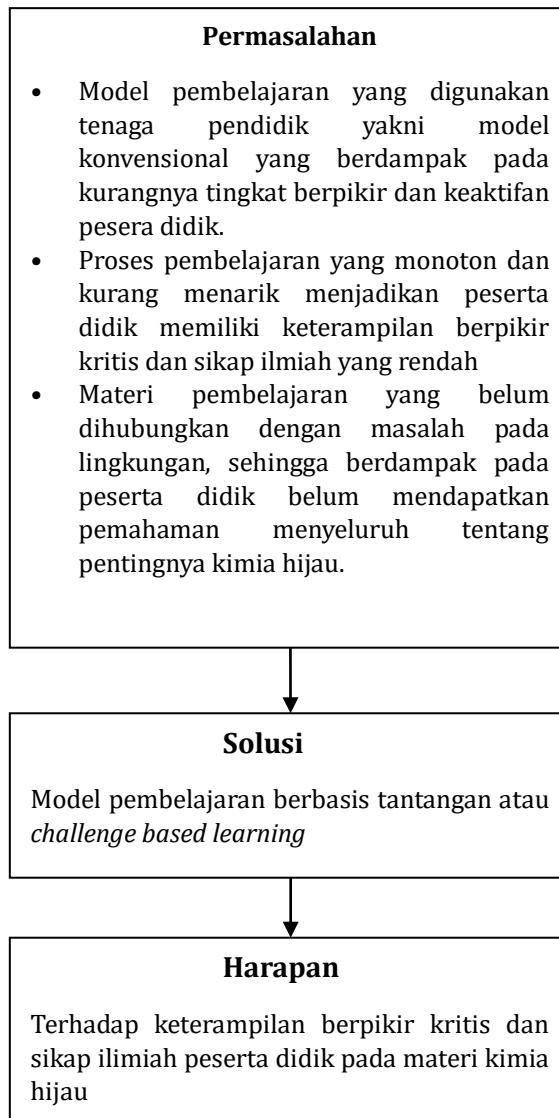
C. Kerangka Berpikir

Pembelajaran kimia dalam penerapannya terdapat kecenderungan tenaga pendidik dalam memandang bahwa pembelajaran tersebut sebagai kumpulan dari produk saja dan tidak mengkaji aspek lain yakni keterampilan berpikir kritis juga sikap ilmiah sebagai proses. Pada kenyataannya, penerapan keterampilan berpikir kritis dan sikap ilmiah belum dijalankan secara efektif oleh pendidik pada proses pembelajaran. Akibatnya, peserta didik cenderung punya tingkat berpikir kritis juga sikap ilmiah yang rendah.

Dari hasil wawancara di MAN 1 Kota Semarang, diketahui pembelajaran kimia masih didominasi dengan penggunaan model pembelajaran konvensional, sehingga peserta didik merasa jemu serta kurang termotivasi guna menggali pengetahuan secara mandiri. Mengatasi masalah tersebut, pembelajaran yang menarik adalah suatu cara yang dibutuhkan untuk peserta didik agar dapat menjadikan kelas bagi mereka menjadi lebih aktif, inovatif dan kreatif. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan menerapkan model *Challenge Based Learning* sebagai pembelajaran yang dapat mengarahkan peserta didik secara aktif guna bekerja sama serta bisa membangun keterampilan abad-21, keterampilan berpikir, dan

keterampilan kecakapan hidup (*life skill*) guna mendukung kegiatan peserta didik.

Penelitian ini akan menerapkan model *Challenge Based Learning* (CBL), di mana pada proses pembelajaran materi kimia hijau, peserta didik diharapkan bisa terlatih dalam berpikir kritis juga sikap ilmiah, serta memperoleh pemahaman konsep yang lebih mudah dan bermakna. *Challenge based learning* memungkinkan peserta didik untuk menyadari esensi pembelajaran yang mereka lakukan.



Gambar 2.1 Kerangka Berpikir

D. Hipotesis Penelitian

Hipotesis yakni dugaan sementara yang disusun berdasarkan teori juga hendak diuji kebenarannya melalui proses penelitian. Dari rumusan masalah yang telah dikemukakan, maka hipotesis pada penelitian ini yakni:

1. Hipotesis Keterampilan Berpikir Kritis

H_0 : Implementasi model pembelajaran CBL (*Challenge Based Learning*) tidak efektif terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik.

H_a : Implementasi model pembelajaran CBL (*Challenge Based Learning*) efektif terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik.

2. Hipotesis Sikap Ilmiah

H_0 : Implementasi model pembelajaran CBL (*Challenge Based Learning*) tidak efektif terhadap sikap ilmiah peserta didik.

H_a : Implementasi model pembelajaran CBL (*Challenge Based Learning*) efektif terhadap sikap ilmiah peserta didik .

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini memakai pendekatan kuantitatif, yakni suatu metode penelitian yang menghasilkan data berupa angka juga dianalisis secara statistik. Desain penelitian yang diterapkan yakni *quasi experiment* dengan model *non-equivalent control group design*. Penelitian eksperimen sendiri yakni metode yang dipakai guna mengetahui pengaruh variabel bebas pada variabel terikat melalui pemberian perlakuan tertentu kepada subjek penelitian (Sugiyono, 2018). Penelitian ini melibatkan dua kelompok, di mana kelompok eksperimen menerapkan model *Challenge Based Learning*, sementara kelompok kontrol menggunakan metode pembelajaran konvensional.

Desain penelitian ini dimulai dengan pemberian *pre-test* pada peserta didik kelas eksperimen juga kontrol. Setelah itu, kelas eksperimen mendapatkan perlakuan berupa penerapan model *Challenge Based Learning*, sementara kelas kontrol mengikuti pembelajaran dengan model konvensional. Apabila perlakuan selesai, dilakukan *post-test* pada kedua kelas guna mengetahui pengaruh perlakuan pada hasil belajar peserta didik. Desain

penelitian menurut Sugiyono (2014) bisa dilihat pada Tabel 3.1 berikut:

Tabel 3.1 Desain Penelitian *Non-Equivalent Control Group*

Kelas	Pre-test	Perlakuan	Post-test
Eksperimen	0 ₁	X ₁	0 ₂
Kontrol	0 ₃	X ₂	0 ₄

Keterangan :

0₁ : *pre-test* kelas eksperimen

0₃ : *pre-test* kelas kontrol

0₂ : *post-test* kelas eksperimen

0₄ : *post-test* kelas kontrol

X₁ : Perlakuan pada kelas eksperimen dengan menerapkan model pembelajaran *challenge based learning*.

X₂ : Perlakuan pada kelas kontrol dengan menerapkan model pembelajaran konvensional.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

1. Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di MAN 1 Kota Semarang yang beralamat Jl. Brigjen Sudiarto, Pedurungan Kidul, Kecamatan Pedurungan, Kota Semarang, Jawa Tengah, 50192.

2. Waktu Penelitian

Penelitian disesuaikan dengan materi pelajaran semester genap tahun 2024/2025 yang ada di sekolah tersebut.

C. Populasi dan Sampel

Populasi menurut pendapat Arikunto (2013) adalah seluruh subjek penelitian yang punya ciri sama. Populasi pada penelitian ini yakni peserta didik kelas X MAN 1 Kota Semarang.

Menurut Arikunto (2013), sampel yakni bagian dari populasi yang dijadikan sebagai sumber data pada penelitian. Teknik pengambilan sampel yang dipakai pada penelitian ini yakni *cluster random sampling*. Menurut Sudjarwo (2009), *cluster random sampling* yakni teknik pengambilan sampel dengan acak dimana dilakukan didasarkan pada kelompok, bukan per individu.

Penelitian ini dilaksanakan dengan memilih dua kelas acak yang kemudian ditetapkan sebagai kelas eksperimen juga kelas kontrol. Kedua kelas tersebut berada pada tingkat X. Kelas eksperimen diberikan perlakuan dengan menerapkan model *Challenge Based Learning*, sedangkan kelas kontrol mendapat perlakuan dengan model pembelajaran konvensional.

D. Definisi Operasional Variabel

Variabel penelitian dari Sugiyono (2015) yakni suatu sifat maupun nilai suatu objek maupun kegiatan dimana mempengaruhi penelitian untuk dipelajari dan sampai pada kesimpulan. Pada penelitian ini ada dua variabel, yakni variabel bebas juga terikat.

1. Variabel bebas (*Independent Variable*)

Variabel bebas yakni variabel yang berperan sebagai alasan munculnya suatu perubahan. Pada penelitian ini variabel bebasnya yakni model *challenge based learning*.

2. Variabel terikat (*Dependent Variable*)

Variabel terikat yakni variabel yang muncul karena adanya variabel bebas. Variabel terikat pada penelitian ini yakni keterampilan berpikir kritis dan sikap ilmiah.

E. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Penelitian ini terdapat beberapa macam teknik juga instrumen pengumpulan data yakni:

1. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yakni proses penting yang memerlukan perencanaan juga pelaksanaan yang cermat. Menurut Sudjana (2009), pengumpulan data bisa dilaksanakan dengan dua teknik, yakni teknik tes

juga non-tes. Teknik tes bisa berupa tes pilihan ganda, isian singkat, esai, menjodohkan, benar-salah, serta bentuk lainnya. Sementara itu, teknik non-tes meliputi kuesioner maupun angket, observasi, wawancara, juga dokumentasi. Teknik pengumpulan data penelitian ini dipilih juga disesuaikan tujuan yang ingin dicapai dari penelitian tersebut. Pada penelitian ini menerapkan teknik diantaranya:

a. Wawancara

Wawancara yakni salah satu teknik pengumpulan data yang dipakai guna melaksanakan studi pendahuluan guna mengidentifikasi permasalahan yang layak untuk diteliti. Pada penelitian ini, peneliti melaksanakan wawancara dengan pendidik di MAN 1 Kota Semarang guna mengetahui permasalahan yang terjadi pada proses pembelajaran, khususnya terkait keterampilan berpikir kritis juga sikap ilmiah peserta didik.

b. Tes

Tes yakni suatu teknik yang bisa dipakai guna mengukur keahlian tertentu peserta didik yang disajikan pada bentuk penugasan atau soal yang harus dikerjakan dengan ketentuan-ketentuan

tertentu (Arikunto, 2019). Dalam penelitian ini, teknik tes yang diberikan pada peserta didik berupa tes uraian dengan bentuk *pretest-posttest*, sehingga data yang diperoleh termasuk dalam data primer.

c. Non Tes

Teknik non tes yang dipakai penelitian ini yakni angket, berisi sejumlah pernyataan tertulis guna mendapat data dari responden. Angket tersebut dirancang guna mengungkap persepsi, penilaian, atau tanggapan yang berhubungan dengan aspek-aspek yang diteliti. Pada hal ini, responden diberikan angket dimana memuat pernyataan-pernyataan relevan dengan tujuan penelitian.

d. Dokumentasi

Metode dokumentasi yakni cara mencari juga mengkaji dokumen berupa tulisan, gambar, maupun karya-karya dari individu (Sugiyono, 2017). Dalam penelitian ini, metode dokumentasi dipakai guna menganalisis model pembelajaran yang diterapkan peneliti pada proses pembelajaran. Tujuannya yakni memperoleh data pendukung terkait strategi maupun pendekatan pembelajaran

yang diterapkan, guna menunjang keabsahan juga kelengkapan data penelitian.

2. Instrumen Pengumpulan Data

Menurut Arikunto (2000), Instrumen pengumpulan data yakni sarana yang dipilih juga dipakai peneliti guna mengumpulkan data yang dibutuhkan, agar kegiatan tersebut berlangsung sistematis, terarah, juga memudahkan peneliti guna memperoleh data relevan dengan tujuan penelitian (Sugiyono, 2017). Instrumen ini dirancang sesuai dengan jenis data yang dibutuhkan juga metode pengumpulan data yang dipakai. Terdapat beberapa instrumen pengumpulan data yang dipakai oleh peneliti diantaranya:

a. Lembar Wawancara

Lembar wawancara digunakan dengan tujuan mengajukan pertanyaan kepada subjek yang dijadikan sumber data pada studi pendahuluan (*pra-riiset*). Sumber data wawancara berasal dari tenaga pendidik mata pelajaran Kimia di MAN 1 Kota Semarang. Wawancara ini bertujuan memperoleh informasi mengenai proses pembelajaran kimia yang berlangsung serta

mengidentifikasi permasalahan yang relevan dengan fokus penelitian.

b. Lembar Soal Tes

Lembar soal tes dalam penelitian ini dipakai guna mengukur tingkat keterampilan berpikir kritis peserta didik setelah diterapkannya model *Challenge Based Learning*. Instrumen tes yang dipakai berupa soal uraian (*essay*) sebanyak 15 butir soal yang dirancang guna mengungkap kemampuan peserta didik dalam menganalisis, mengevaluasi, serta menyimpulkan informasi berdasarkan konteks pembelajaran yang telah diberikan. Menurut Matondang (2019), jenis tes ini memiliki beberapa karakteristik, diantaranya:

- 1) Pertanyaan yang diberikan memerlukan uraian jawaban cukup panjang.
- 2) Pertanyaan yang disajikan menuntun peserta didik untuk menjawab pertanyaan dalam bentuk penafsiran, penjelasan, perbedaan akan sesuatu, hitungan, tanggapan, dan sebagainya.
- 3) Jumlah soal hanya berkisar 5-15 pertanyaan.

- 4) Pertanyaan diawali dengan kata perintah, seperti jelaskan, uraikan, bagaimana, dan sebagainya.

Tes pada penelitian ini diberikan pada peserta didik sebelum (*pre-test*) juga setelah (*post-test*) penerapan model *Challenge Based Learning*. Instrumen tes disusun dengan mengacu pada indikator keterampilan berpikir kritis yang mencakup interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, pengaturan diri, juga penjelasan. Melalui tes ini, peneliti berupaya mengidentifikasi peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik akibat perlakuan yang diterapkan pada pembelajaran. Berikut indikator berpikir kritis yang disampaikan Facione (1990) yang dipaparkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Indikator Berpikir Kritis

No	Indikator	Sub Indikator
1.	Interpretasi	Mengkategorikan Menguraikan Mengartikan
2.	Analisis	Menilai ide-ide Mengidentifikasi pendapat Menganalisis pendapat
3.	Evaluasi	Menilai faktor-faktor yang berkaitan dengan informasi

	Menilai pendapat sesuai dengan kesimpulan
4. Inferensi	Menentukan informasi yang dapat diterima
	Menentukan alternatif jawaban
5. Penjelasan	Menyatakan hasil dan pendapat yang benar
6. Pengaturan diri	Merefleksikan alasan dan verifikasi hasil

c. Lembar Angket

Lembar angket penelitian ini dipakai guna mengukur sikap ilmiah peserta didik. Angket diberikan sebelum perlakuan juga sesudah perlakuan. Instrumen angket mengarah pada indikator sikap ilmiah yang disampaikan Harlen (2000) dimana dipaparkan dalam Tabel 3.3 yakni:

Tabel 3.3 Indikator Sikap Ilmiah

No	Indikator	Sub Indikator
1.	Sikap Ingin Tahu	<ul style="list-style-type: none"> • Antusias untuk mencari jawaban • Antusias pada proses sains • Perhatian pada objek yang diteliti • Menanyakan setiap langkah kegiatan
2.	Sikap Berpikir Kritis	<ul style="list-style-type: none"> • Meragukan temuan teman • Menanyakan setiap

		terdapat perubahan/ hal baru
	•	Tidak mengabaikan data meskipun kecil
	•	Mengulangi kegiatan yang dilakukan
3.	Sikap respect terhadap data atau fakta	Jujur/Objektif Tidak memanipulasi data
	•	Mengambil keputusan sesuai fakta
	•	Tidak mencampur fakta dengan pendapat
4.	Sikap peka terhadap lingkungan	Menjaga kebersihan lingkungan
	•	Perhatian terhadap peristiwa sekitar
	•	Mengikuti kegiatan sosial
5.	Sikap berpikiran terbuka dan kerja sama	Menghargai pendapat/temuan teman
	•	Menerima saran dari teman
	•	Berpartisipasi aktif dalam kelompok
	•	Mau mengubah pendapat jika data kurang

Penilaian angket sikap ilmiah ini menerapkan skala Likert dengan empat pilihan jawaban, yakni: selalu, sering, jarang, juga tidak pernah. Skala Likert yakni alat ukur yang dirancang guna memungkinkan responden memberikan jawaban

didasarkan pada tingkat frekuensi maupun intensitas terhadap suatu pernyataan. Penskoran butir soal angket sikap ilmiah dengan skala *likert* dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Penilaian Butir Soal Angket Sikap Ilmiah

Kriteria	Pernyataan	
	Positif	Negatif
Tidak Pernah	1	4
Jarang	2	3
Sering	3	2
Selalu	4	1

F. Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Analisis terhadap instrumen dilaksanakan peneliti dengan tujuan mengevaluasi kelayakan perangkat tes sebagai alat ukur penelitian. Peneliti melaksanakan analisis uji coba instrumen tes melalui beberapa tahapan, yakni:

1. Uji Validitas

Validitas yakni derajat ketepatan instrumen guna mengukur aspek yang memang hendak diukur sesuai dengan rancangan penelitian, atau dengan kata lain, menunjukkan tingkat keakuratan suatu instrumen. Pada penelitian ini, jenis validitas yang dipakai yakni validitas isi juga validitas soal. Validitas isi bertujuan memastikan instrumen yang dipakai benar-benar

mencakup juga mewakili seluruh aspek yang hendak diukur. Menurut Purwanto (2011), pengujian validitas isi dilaksanakan dengan meminta pertimbangan dosen pembimbing (*expert judgment*) guna menilai kesesuaian butir-butir instrumen pada indikator yang dituju. Pendekatan ini memastikan setiap item pada instrumen sesuai dengan tujuan pengukuran juga bisa dipakai secara sahih pada penelitian.

Uji validitas soal dilakukan pada instrumen tes untuk mengetahui tingkat kebenarannya. Instrumen dinilai valid apabila nilai validitasnya tinggi. Rumus yang dipakai guna uji validitas butir soal yakni dengan memakai rumus korelasi *Product Moment* yakni:

$$r_{xy} = \frac{n\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(n\sum X^2 - (\sum X)^2)(n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

(Arikunto, 2005)

Keterangan :

r_{xy} = Koefisien korelasi suatu item/butir

n = jumlah subjek

X = skor butir/item

Y = skor total

Keputusan diambil berdasarkan nilai r_{tabel} dengan signifikansi 5%. Apabila nilai koefisien korelasi $> r_{tabel}$ maka soal dinilai valid. Begitupun sebaliknya, kriteria

bisa ditulis $r_{xy} > r_{tabel}$ pada traffic signifikansi 5% maka dinilai valid serta jika $r_{xy} < r_{tabel}$ maka dinilai tidak valid.

2. Uji Reliabilitas

Reliabilitas yakni suatu uji guna mengetahui konsistensi hasil dari suatu pengukuran. Tes reliabel dapat dilihat melalui rendahnya *standard error of measurement* juga tinggi koefisien reliabilitas. Reliabilitas instrumen soal uraian dapat diukur melalui uji dengan memakai rumus *Alpha Cronbach* sebagai berikut :

$$r_{11} = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left(1 - \frac{\sum \sigma_t^2}{\sigma_t^2} \right)$$

(Arikunto, 2010)

Keterangan :

r_{11} = Nilai reliabilitas yang dicari

n = jumlah item pertanyaan yang diuji

$\sum \sigma_t^2$ = jumlah skor varian tiap-tiap item

σ_t^2 = varian total

Menurut arikunto (2013), ciri reliabilitas yakni jika $r_{11} > r_{tabel}$ maka suatu instrumen soal bisa dinilai reliabel. Sementara $r_{11} < r_{tabel}$ maka soal dinilai tidak reliabel.

3. Uji Tingkat Kesukaran

Uji tingkat kesukaran yakni analisis yang dipakai guna mengetahui sejauh mana suatu butir soal tergolong kategori mudah, sedang, maupun sukar (Arifin, 2017). Analisis ini dilaksanakan guna menilai tingkat kesulitan soal sehingga bisa dipakai secara tepat guna mengukur kemampuan peserta didik. Guna menghitung tingkat kesukaran tersebut, dipakai rumus berikut:

$$TK = \frac{X}{SMI}$$

(Arikunto,2015)

Keterangan:

TK = Tingkat Kesukaran

X = Nilai rata-rata butir soal

SMI = Skor maksimum ideal

Berikut kriteria tingkat kesukaran soal bisa dilihat tabel 3.5 berikut:

Tabel 3.5 Kriteria Tingkat Kesukaran

No	Rentang	Keterangan
1	0,00-0,30	Mudah
2	0,31-0,70	Sedang
3	0,71-1,00	Sukar

(Arikunto,2013)

4. Uji Daya Pembeda

Uji daya pembeda yakni analisis yang dilaksanakan pada suatu butir soal guna mengetahui sejauh mana soal tersebut mampu membedakan peserta didik berkemampuan tinggi dengan peserta didik berkemampuan rendah (Sudjiono, 2015). Adapun rumus pada uji daya pembeda yang dipakai, yakni:

$$DP = \frac{X_A - X_B}{SMI}$$

(Arikunto,2013)

Keterangan:

DP = Daya Pembeda

X_A = Rata-rata kelompok atas

X_B = Rata-rata kelompok bawah

SMI = Skor maksimum ideal

Berikut kriteria uji daya pembeda soal bisa dilihat pada tabel 3.6 berikut:

Tabel 3.6 Kriteria Daya Pembeda

No	Rentang	Keterangan
1	0,00-0,20	Jelek
2	0,21-0,40	Cukup
3	0,41-0,70	Baik
4	0,71-1,00	Baik Sekali

(Arikunto,2013)

G. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yakni proses pengolahan data yang didapat dari hasil penelitian yang dilaksanakan. Teknik

analisis data pada penelitian ini yakni analisis kuantitatif.

Berikut teknik analisis data yang dipakai :

1. Uji Normalitas

Analisis normalitas dipakai guna menilai apakah data yang dikumpulkan punya sebaran normal, yang menjadi prasyarat pada pengujian statistik parametrik atas data populasi, *pre-test* juga *post-test* pada kelas eksperimen serta kelas kontrol. Uji normalitas dalam penelitian ini memakai uji *Shapiro-Wilk* berbantuan program *software Statistical Product and Service* (SPSS). Menurut Kadir (2015), aturan pada pengambilan keputusan yakni nilai (*sig*) > 0,05 maka data terdistribusi normal sementara apabila (*sig*) < 0,05 maka data tidak terdistribusi normal.

2. Uji Homogenitas

Digunakan uji homogenitas guna mengetahui apakah varians dua kelompok, yakni kelas eksperimen juga kelas kontrol, punya kesamaan maupun tidak. Uji ini yakni salah satu prasyarat sebelum dilaksanakannya uji hipotesis (uji-t). Pada penelitian ini, uji homogenitas dilaksanakan memakai bantuan perangkat lunak *Statistical Product and Service Solutions* (SPSS) melalui metode *Levene's Test* dengan taraf signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$). Adapun kriteria

pengambilan keputusan pada uji homogenitas yakni: Apabila nilai signifikansi (*Sig.*) < 0,05, maka data dinilai tidak homogen. Sebaliknya, bila nilai signifikansi > 0,05, maka data dinilai homogen yang berarti variasi data antara dua kelompok yakni sama.

3. Uji T atau Uji Hipotesis

Uji hipotesis penelitian ini bertujuan mengetahui apakah ada perbedaan signifikan pada keterampilan berpikir kritis juga sikap ilmiah peserta didik yang menerapkan model *challenge based learning* dengan peserta didik yang memakai model pembelajaran konvensional. Pengujian dilaksanakan memakai uji-t dua sampel independen (*independent sample t-test*) melalui bantuan *software SPSS*. Kriteria pengambilan keputusannya yakni: jika nilai t-hitung < t-tabel maupun nilai signifikansi >0,05, maka H_0 diterima. Sebaliknya, jika t-hitung > t-tabel maupun nilai signifikansi < 0,05, maka H_0 ditolak. (Priyatno, 2013).

4. Uji Pengaruh atau Uji *Effect Size*

Uji pengaruh (*effect size*) dipakai guna mengetahui tingkat pengaruh penerapan model *challenge based learning* pada keterampilan berpikir kritis juga sikap ilmiah peserta didik, dilaksanakan dengan memakai

rumus *effect size* dari Cohen yang diadopsi Glass yakni:

$$ES = \frac{\bar{Y}_e - \bar{Y}_c}{S_c}$$

Keterangan:

ES = nilai *effect size*

\bar{Y}_e = nilai rata-rata kelas percobaan

\bar{Y}_c = nilai rata-rata kelas kontrol

S_c = simpangan baku kelas kontrol

Adapun kriteria yang dipakai guna uji *effect size* yakni:

Tabel 3.7 Kriteria Uji *Effect Size*

Rentang	Klasifikasi
$ES < 0,1$	Lemah
$0,1 < ES < 0,25$	Sedang
$0,25 < ES < 0,4$	Kuat
$ES > 0,4$	Sangat Kuat

(Agus, 2010)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Hasil Penelitian

Penelitian dan pengumpulan data dilaksanakan tanggal 24 April 2025 di MAN 1 Kota Semarang. Penelitian bertujuan mengetahui efektivitas penerapan model pembelajaran *challenge based learning* terhadap keterampilan berpikir kritis dan sikap ilmiah peserta didik pada pembelajaran kimia hijau. Penelitian ini menggunakan 2 kelas yakni kelas eksperimen juga kontrol. Perlakuan yang menerapkan model *challenge based learning* diberikan pada kelas eksperimen, sedangkan kelas kontrol diberi perlakuan dengan menerapkan model pembelajaran konvensional. Data yang dipakai berupa data kuantitatif yang diperoleh dari *pre-test* serta *post-test*. Penelitian ini terbagi menjadi beberapa tahap, yakni:

1. Tahap Persiapan

Langkah pertama pada pelaksanaan penelitian ini yakni menyiapkan perangkat pembelajaran juga instrument yang dibutuhkan. Beberapa kegiatan dilakukan selama tahap persiapan ini, yakni:

- a. Menyusun Modul Ajar

Peneliti merancang skenario pembelajaran guna diterapkan pada kelas kontrol juga kelas eksperimen dengan perlakuan berbeda. Kelas kontrol mendapatkan pembelajaran menggunakan metode konvensional, sedangkan kelas eksperimen diberikan pembelajaran dengan model *Challenge Based Learning* disesuaikan dengan sintaks model tersebut.

b. Menyusun LKPD

Peneliti merancang Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) untuk digunakan peserta didik pada proses pembelajaran berlangsung. LKPD disusun dengan menyesuaikan kegiatan pada modul ajar yang telah dirancang sebelumnya. Perancangan LKPD disesuaikan dengan indikator keterampilan berpikir kritis dan sikap ilmiah, agar tujuan pembelajaran bisa tercapai secara tepat.

c. Menyusun Instrumen dan Lembar Penilaian

Penelitian ini memakai instrumen tes juga angket yang dipakai guna mengukur keterampilan berpikir kritis serta sikap imiah peserta didik. Instrumen tes yang dipakai yakni soal uraian berjumlah 15 soal. Sedangkan instrumen angket terdapat 20 pertanyaan sikap peserta didik yang

disesuaikan dengan indikator sikap ilmiah. Lembar penilaian juga disusun guna menjadi pendoman penskoran penilaian *pretest* dan *posttest* instrumen tes. Pada penyusunan instrumen tes dilakukan langkah-langkah berikut:

- 1) Menentukan tujuan penyusunan instrumen yakni mengukur keterampilan berpikir kritis dengan menggunakan instrumen tes. Sementara itu instrumen angket dipakai guna mengukur sikap ilmiah.
- 2) Menentukan materi yang diujikan yakni kimia hijau.
- 3) Membuat kisi-kisi instrumen.
- 4) Menelaah setiap butir soal untuk mengidentifikasi ranah kognitif serta indikator berpikir kritis, seperti interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, pengendalian diri, dan penjelasan, sesuai dengan level kemampuan: mengaplikasikan (C3), menganalisis (C4), mengevaluasi/memutuskan (C5), dan menciptakan (C6).
- 5) Instrumen yang sudah dibuat kemudian divalidasi oleh dosen pembimbing.

- 6) Instrumen tes berupa soal uraian yang sudah divalidasi kemudian diuji coba menggunakan validitas empiris melalui uji validitas setiap butir soal. Uji coba ini dilakukan pada 34 siswa kelas XI-5 MAN 1 Kota Semarang yang sudah mempelajari materi kimia hijau.
- 7) Data hasil uji coba soal dianalisis guna menentukan butir soal yang valid. Instrumen tes yang telah diuji coba lau dianalisis lebih lanjut dengan melihat validitas, reliabilitas, tingkat kesulitan, serta daya pembeda tiap soal.

a) Uji Validitas

Uji validitas dilaksanakan guna memastikan apakah pertanyaan yang dipakai benar-benar mampu mengukur keterampilan berpikir kritis peserta didik. Soal-soal yang terbukti valid kemudian digunakan sebagai instrumen *pretest* juga *posttest* pada kelas kontrol ataupun kelas eksperimen. Nilai r-hitung dibandingkan dengan r-tabel pada tingkat signifikansi 5%. Jika r-hitung > r-tabel, maka butir soal dinilai valid. Instrumen yang valid dapat

menyajikan data yang akurat dan sesuai dengan kondisi sebenarnya (Arikunto, 2015). Dari hasil analisis perhitungan uji validitas instrumen uji coba soal uraian ditunjukkan pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil Uji Validitas

Kriteria	Butir Soal	Jumlah
Valid	3, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15	8
Invalid	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8	7
Jumlah		15

Berdasarkan Tabel tersebut, bisa disimpulkan sebanyak 8 pertanyaan dinyatakan valid juga layak dipakai sebagai instrumen guna mengukur keterampilan berpikir kritis peserta didik.

b) Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas dilakukan guna mengetahui sejauh mana konsistensi jawaban peserta didik terhadap instrumen. Uji reliabilitas ini memakai rumus *Cronbach Alpha*. Berdasarkan hasil perhitungan yang ada pada **Lampiran 7**, didapatkan nilai r_{11} sebesar 0,689 dan r -tabel sebesar 0,339. Karena $r_{11} > r$ tabel, maka bisa disimpulkan instrumen soal uraian tersebut bersifat reliabel.

c) Uji Tingkat Kesukaran

Uji tingkat kesukaran pada soal uji coba bertujuan mengetahui apakah setiap butir soal termasuk pada kategori sukar, sedang, atau mudah. Hasil dari uji ini disajikan pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Hasil Uji Tingkat Kesukaran

Kriteria	Butir Soal	Jumlah
Mudah	1, 3, 5, 6	4
Sedang	2, 4, 7, 8, 9, 10, 14	7
Sukar	11, 12, 13, 15	4
Jumlah		15

Dari Tabel tersebut, bisa disimpulkan ada 7 butir soal dengan kategori sedang, dimana instrument tes tersebut masuk pada kategori baik dipakai sebagai instrument yang mengukur keterampilan berpikir kritis peserta didik.

d) Uji Daya Pembeda

Analisis daya pembeda bertujuan menilai efektivitas suatu soal guna membedakan kemampuan peserta didik berdasarkan tingkat penguasaan materi, baik tinggi maupun rendah. Hasil analisis daya pembeda disajikan pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Hasil Uji Daya Pembeda

Kriteria	Butir Soal	Jumlah
Jelek	1,2,3,4,5,6,7,9	8
Cukup	8,10,11,12,13	5
Baik	15	1
Baik Sekali	14	1
Jumlah		15

Berdasarkan hasil analisis pada instrumen soal tes, terpilih 15 soal uraian yang dinyatakan layak dipakai guna mengukur kemampuan berpikir kritis peserta didik. Rincian soal tersebut bisa dilihat Tabel 4.4 berikut:

Tabel 4.4 Soal yang digunakan dan tidak

Indikator	Nomor Soal	Soal Digunakan	Soal Dibuang
Interpretasi	2,6,14	14	2,6
Analisis	9,15	9,15	-
Evaluasi	4,11,13	11,13	4
Inferensi	8,10	10	8
Pengaturan	1,3	3	1
Diri			
Penjelasan	5,7,12	12	5,7

Dari Tabel 4.4, terdapat 8 soal yang dipakai serta 7 soal dibuang. Pemilihan soal-soal yang digunakan pada penelitian ini didasarkan pada hasil analisis validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, juga daya pembeda masing-masing butir soal.

2. Tahap Pelaksanaan

Setelah proses pengujian instrumen dilakukan, tahap selanjutnya pada penelitian mulai dilaksanakan, diantaranya:

a. Memberikan Perlakuan untuk Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Proses pembelajaran pada kedua kelas sama-sama diawali dengan mengerjakan *pretest* yang peneliti berikan pada peserta didik guna mengukur kemampuan awal masing-masing peserta didik. Dilanjutkan pada minggu kedua dan ketiga proses pembelajaran diberikan perlakuan pada kelas eksperimen memakai model *challenge based learning*. Sedangkan perlakuan dengan model konvensional diberikan pada kelas control selama pembelajaran kimia hijau berlangsung. Pada akhir pertemuan masing-masing kedua kelas mengerjakan *posttest* guna mengetahui sejauh mana kemampuan mereka setelah mendapat perlakuan.

b. Analisis Data

Selanjutnya pada tahap analisis data penelitian ini dilaksanakan dengan melakukan beberapa uji. Pengujian dilaksanakan terhadap data yang

didapat dari kedua sampel yakni kelas eksperimen juga kontrol, dengan hasil sebagai berikut:

1) Uji Normalitas

Analisis normalitas diterapkan guna mengetahui apakah distribusi data dari sampel memenuhi asumsi sebaran normal. Hasil uji normalitas tertulis pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Hasil Uji Normalitas Keterampilan Berpikir Kritis

No	Kelas	Shapiro-Wilk (Sig)	Kesimpulan
1	Pretest Eksperimen	0,580	Normal
2	Pretest Kontrol	0,265	Normal
3	Posttest Eksperimen	0,054	Normal
4	Posttest Kontrol	0,095	Normal

Dari Tabel 4.5 bisa disimpulkan uji normalitas instrument tes keterampilan berpikir kritis baik dari pretest dan posttest kedua kelas “terdistribusi normal”, yang mana bisa dilihat dari nilai signifikansi $> 0,05$. Perhitungan uji normalitas keterampilan berpikir kritis ada pada **Lampiran 11**. Sedangkan untuk hasil uji normalitas sikap ilmiah tercantum pada Tabel 4.6 berikut:

Tabel 4.6 Hasil Uji Normalitas Sikap Ilmiah

No	Kelas	Shapiro-Wilk (Sig)	Kesimpulan
1	Pretest Eksperimen	0,305	Normal
2	Pretest Kontrol	0,881	Normal
3	Posttest Eksperimen	0,092	Normal
4	Posttest Kontrol	0,669	Normal

Pada Tabel 4.6 tersebut didapatkan simpulan yakni uji normalitas instrumen lembar angket sikap ilmiah kedua kelas “terdistribusi normal” baik pada *pretest* maupun *posttest*.

2) Uji Homogenitas

Pengujian homogenitas pada analisis statistik dilakukan guna mengetahui apakah data pada penelitian punya varians yang sama (homogen). Kedua sampel yang digunakan akan diuji guna melihat apakah, setelah diketahui berdistribusi normal, keduanya memiliki varians yang serupa dengan menggunakan taraf signifikansi 0,05. Hasil uji ini disajikan Tabel 4.7 berikut:

Tabel 4.7 Hasil Uji Homogenitas Keterampilan Berpikir Kritis

Kelas	Levene Statistic	Sig	Kriteria
Eksperimen dan Kontrol	1,236	0,270	Homogen

Data Tabel 4.7, hasil uji homogenitas untuk variabel keterampilan berpikir kritis menunjukkan nilai signifikansi 0,270, yang lebih besar dari 0,05. Dengan demikian, bisa disimpulkan kedua kelas punya "data yang homogen", atau dengan kata lain, keduanya punya "varians yang sama". Sedangkan hasil uji homegenitas pada variabel sikap ilmiah ditunjukkan pada Tabel 4.8

Tabel 4.8 Hasil Uji Homogenitas Sikap Ilmiah

Kelas	Levene Statistic	Sig	Kriteria
Eksperimen dan Kontrol	2,179	0,094	Homogen

Pada hasil uji homegenitas varriabek sikap ilmiah juga menunjukkan hasil yang sama, dimana nilai signifikansi $> 0,05$ yakni sebesar 0,094. Disimpulkan kedua kelas punya data yang homegen. Hasil uji homgenitas ini dipaparkan pada **Lampiran 11**.

B. Hasil Uji Hipotesis

Uji hipotesis pada penelitian ini memakai *independent sample t-test* yang bertujuan mengetahui apakah ada perbedaan keterampilan berpikir kritis juga sikap ilmiah kelas eksperimen dengan kelas kontrol. Pengujian dilaksanakan setelah data dari sampel

penelitian dinyatakan berdistribusi normal juga punya varians homogen. Berikut hasil uji hipotesis penelitian ini yakni:

1. Hipotesis Keterampilan Berpikir Kritis

Hasil analisis uji *independent sample t-test* pada variabel keterampilan berpikir kritis menunjukkan nilai signifikansi (*2-tailed*) sebesar $0,000 < 0,05$. Dari kriteria pengambilan keputusan " H_0 ditolak lalu H_a diterima". Dengan demikian, bisa disimpulkan "model *Challenge Based Learning* efektif terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik". Rincian hasil uji t tersebut ditampilkan pada Tabel 4.9

Tabel 4.9 Hasil Uji *Independent Sample t Test* Keterampilan Berpikir Kritis

<i>Independent Sample t Test</i>		
t-test for Equality of Means		
	Df	Sig. (2-tailed)
Equal variances assumed	66	0,000
Equal variances not assumed	63,613	0,000

2. Hipotesis Sikap Ilmiah

Hasil analisis uji *independent sample t-test* pada variabel sikap ilmiah menunjukkan nilai signifikansi (*2-tailed*) sebesar $0,000 < 0,05$. Berdasarkan kriteria pengambilan keputusan " H_0 ditolak lalu H_a diterima". Dengan demikian, bisa disimpulkan "model *Challenge*

Based Learning efektif terhadap sikap ilmiah". Rincian hasil uji t ditampilkan pada Tabel 4.10

Tabel 4.10 Hasil Uji *Independent Sample t Test* Sikap Ilmiah

<i>Independent Sample t Test</i>		
t-test for Equality of Means		
	Df	Sig. (2-tailed)
Equal variances assumed	66	0,000
Equal variances not assumed	61,469	0,000

3. Uji *Effect Size*

Guna mengukur tingkat efektivitas model *Challenge Based Learning* terhadap keterampilan berpikir kritis dan sikap ilmiah peserta didik, digunakan analisis effect size. Hasil perhitungan uji effect size disimpulkan Tabel 4.11 berikut

Tabel 4.11 Hasil Uji *Effect Size*

Variabel	ES (Glass's D)	Kategori
Keterampilan Berpikir Kritis	1,38	Sangat Kuat
Sikap Ilmiah	2,40	Sangat Kuat

Dari data Tabel 4.9, diperoleh nilai ES sebesar 1,38 untuk variabel keterampilan berpikir kritis. Nilai tersebut termasuk kategori "sangat kuat", yang mengindikasikan model *Challenge Based Learning* memberikan dampak sangat kuat guna meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik

dibandingkan dengan model pembelajaran konvensional.

Sementara itu, pada variabel sikap ilmiah, diperoleh nilai ES sebesar 2,40, yang juga termasuk kategori “sangat kuat”. Hal ini menunjukkan model *Challenge Based Learning* juga punya efektivitas yang signifikan terhadap peningkatan sikap ilmiah peserta didik. Hasil perhitungan uji *effect size* penelitian ini dipaparkan pada **Lampiran 13**.

C. Pembahasan

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini bersifat kuantitatif dengan analisis statistik, di mana hasil data berupa angka dijabarkan secara komprehensif guna menilai efektivitas model *Challenge Based Learning* terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis dan sikap ilmiah peserta didik pada materi kimia hijau. Penelitian ini dilaksanakan di MAN 1 Kota Semarang dengan jumlah sampel 68 peserta didik. Kelas X-8 dijadikan sebagai kelas eksperimen sedangkan kelas kontrol menggunakan kelas X-12.

Model *Challenge Based Learning* yakni pendekatan yang menekankan pada keterlibatan aktif peserta didik melalui penyelesaian tantangan nyata yang kontekstual. Sintaks dari model ini menuntut peserta didik untuk

melalui serangkaian tahap seperti menemukan ide besar, menyusun pertanyaan penting, merumuskan tantangan, menjawab pertanyaan pemandu, melakukan aktivitas dan pencarian sumber, merancang solusi, hingga publikasi hasil. Dalam penelitian ini, tahapan tersebut diintegrasikan sistematis pada pembelajaran materi kimia hijau di kelas eksperimen.

Penelitian ini diawali dengan tahap persiapan, yakni penyusunan modul ajar, LKPD, serta instrumen tes juga angket yang telah divalidasi dosen pembimbing. Uji coba instrumen dilaksanakan guna memastikan validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, serta daya pembeda soal, sehingga instrument tes yang dipakai benar-benar layak mengukur keterampilan berpikir kritis peserta didik. Seluruh instrumen tes yang dipakai sudah memenuhi kriteria validitas dan reliabilitas yang tinggi.

Pada tahap pelaksanaan, proses pembelajaran di kelas eksperimen juga kelas kontrol diawali dengan *pretest* guna mengetahui kemampuan awal peserta didik. Selama dua pertemuan berikutnya, kelas eksperimen mendapatkan perlakuan model *challenge based learning*, sementara kelas kontrol menerapkan model konvensional. Setelah perlakuan, dilaksanakan *posttest* guna mengukur peningkatan pengetahuan peserta didik.

Data yang didapat dianalisis dengan uji normalitas, homogenitas, *independent sample t-test*, serta *effect size*, sehingga hasil penelitian bisa dipertanggungjawabkan secara statistik.

Dalam penelitian ini digunakan model model *challenge based learning* yang merupakan model pembelajaran inovatif yang mengintegrasikan karakteristik dari beberapa pendekatan pembelajaran kolaboratif, seperti *Problem Based Learning* (PBL), *Project Based Learning* (PjBL), dan *Contextual Teaching and Learning* (CTL). Hal ini menjadikan *challenge based learning* sebagai pendekatan yang komprehensif guna menumbuhkan keterampilan abad 21, termasuk berpikir kritis dan sikap ilmiah. Berikut disajikan tabel perbandingan sintaks *challenge based learning* dengan model kolaborasi yang digunakan serta keterkaitannya dengan keterampilan berpikir kritis dan sikap ilmiah.

Tabel 4.12 Perbandingan Sintaks *Challenge Based Learning*

Sintaks	Kesesuaian dengan Model Kolaborasi	Keterkaitan dengan Keterampilan Berpikir Kritis	Keterkaitan dengan Sikap Ilmiah
<i>Big Idea</i>	<ul style="list-style-type: none"> • CTL: Mengaitkan materi dengan realitas hidup • PjBL: Menentukan 	<p>Merangsang peserta didik berpikir terbuka dan mengenali masalah kompleks</p>	<p>Menumbuhkan rasa ingin tahu dan mengenal isu kontekstual yang terjadi di sekitar</p>

	tema proyek		
<i>Essential Question</i>	PBL & CTL: Merumuskan masalah dari fenomena nyata	Mendorong kemampuan interpretasi dan analisis permasalahan	Melatih peserta didik bersikap kritis dan bertanya secara ilmiah
<i>Challenge</i>	<ul style="list-style-type: none"> • PjBL: Merancang solusi nyata • PBL: Tantangan memecahkan masalah 	Mengasah kemampuan evaluasi dan refleksi terhadap berbagai solusi	Mendorong kepekaan lingkungan dan tanggung jawab atas masalah sosial dan ekologis
<i>Guiding Question</i>	PBL & CTL: Mengembangkan pertanyaan lanjutan berdasarkan eksplorasi awal	Memperdalam kemampuan analisis dan inferensi melalui pertanyaan mandiri	Melatih rasa ingin tahu dan kemandirian berpikir ilmiah
<i>Guiding Activities</i>	Semua model: Melibatkan eksperimen, proyek, maupun observasi nyata	Mengembangkan inferensi dan evaluasi data hasil eksperimen atau pengamatan	Membangun sikap menghargai bukti dan fakta dalam proses ilmiah
<i>Guiding Resources</i>	CTL & PjBL: Penggunaan sumber belajar kontekstual dan literatur ilmiah	Menumbuhkan kemampuan mencari dan mengevaluasi sumber informasi yang relevan	Mengembangkan sikap objektif dan jujur dalam mengolah informasi
<i>Solution</i>	PBL & PjBL: Menyusun solusi atas masalah atau proyek	Melatih sintesis, pengambilan keputusan, dan pemecahan masalah berbasis logika	Mendorong peserta didik bertindak berdasarkan solusi ilmiah yang rasional
<i>Assessment</i>	Semua model: Refleksi dan evaluasi atas proses pembelajaran	Mendorong metakognisi dan pengaturan diri (self-regulation) dalam berpikir kritis	Menguatkan sikap terbuka atas evaluasi dan umpan balik
<i>Publishing</i>	PjBL: Presentasi dan	Melatih	Mengembangkan

	publikasi hasil kemampuan komunikasi kritis terhadap ilmiah dan jawab hasil kontribusi sosial	proyek pembelaan argumen secara logis
--	---	---------------------------------------

Dari tabel tersebut, terlihat *challenge based learning* tidak hanya menggabungkan keunggulan model PBL, PjBL, dan CTL, tetapi juga lebih menekankan pada tantangan nyata yang relevan, aksi reflektif, dan publikasi hasil, yang semuanya sangat berkontribusi dalam membangun keterampilan berpikir kritis dan sikap ilmiah secara simultan. Melalui sintaks yang terstruktur dan menantang secara kognitif dan afektif, *challenge based learning* mampu mendorong peserta didik untuk berpikir lebih mendalam, sistematis, dan bertanggung jawab terhadap solusi yang mereka hasilkan, baik dalam konteks akademik maupun kehidupan nyata

Pada tahap pelaksanaan perlakuan model *challenge based learning*, diawali dengan *big idea* dengan pengenalan konsep kimia hijau melalui pemutaran video dan penyampaian materi kontekstual yang mengangkat masalah pada lingkungan. Tujuan dari tahapan ini yakni membangun kerangka berpikir awal yang luas juga mendorong peserta didik guna menghubungkan materi pelajaran dengan kehidupan nyata. Pada penelitian ini, ide besar yang diangkat berkaitan dengan pencemaran dan

penumpukan akibat limbah kimia berbahaya pada lingkunga. Tahapan ini efektif guna membangkitkan rasa ingin tahu peserta didik, yang jadi salah satu indikator sikap ilmiah menurut Harlen (2000). Hal ini diperkuat peningkatan skor angket sikap ilmiah yang lebih besar kelas eksperimen dibanding kelas kontrol pada indikator *curiosity* setelah perlakuan diberikan.

Tahapan kedua, *essential question*, mengarahkan peserta didik guna merumuskan pertanyaan mendalam berakar dari *big idea*. Dalam penelitian ini, peserta didik dibimbing guna menyusun pertanyaan kritis seperti “Bagaimana dampak yang ditimbulkan dari pencemaran limbah kimia pada lingkungan?”. Pertanyaan ini mencerminkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, khususnya pada aspek interpretasi juga analisis, sebagaimana dijelaskan Facione (1990) pada indikator berpikir kritis. Penguatan tahapan ini terbukti dari peningkatan signifikan hasil *post-test* keterampilan berpikir kritis, khususnya dalam sub-indikator interpretasi dan analisis pada kelas eksperimen.

Tahapan ketiga, *challenge* yang berfungsi sebagai pemantik utama pembelajaran, di mana peserta didik menghadapi tantangan nyata guna dipecahkan secara kolaboratif. Pada konteks penelitian ini, tantangan yang

diberikan berkaitan dengan alternatif pemecahan masalah yang diberikan. Tahap ini secara langsung menstimulasi kemampuan berpikir kritis juga sikap ilmiah, karena peserta didik dituntut bukan hanya memahami teori, melainkan juga menerapkannya pada konteks dunia nyata. Hasil dari tantangan ini kemudian menjadi basis bagi seluruh proses pembelajaran berikutnya.

Tahap keempat yakni *guiding questions* dimana mendorong peserta didik guna menyusun serangkaian pertanyaan pemandu relevan dengan tantangan. Dalam penelitian ini, peserta didik menyusun pertanyaan seperti “Bahan kimia apa yang menjadi penyebab pencemaran sungai Bengawan Solo?”, dan “Apa yang perlu dilakukan untuk mengatasi masalah pencemaran limbah kimia pada lingkungan?”. Pertanyaan tersebut menunjukkan pengembangan dimensi berpikir kritis lebih dalam seperti inferensi juga evaluasi, sebagaimana dikemukakan Facione. Penguatan pada tahap ini juga tercermin pada hasil *pre-test* juga *post-test* peserta didik yang menunjukkan peningkatan nyata pada indikator evaluasi dan inferensi.

Pada tahap kelima yakni *guiding activities*, peserta didik mencari berbagai informasi dan melakukan observasi guna menguji hipotesis mereka. Kegiatan ini

mencakup pemecahan masalah pencemaran limbah kimia dan analisis dampaknya terhadap lingkungan. Selama proses ini, peserta didik tidak hanya mencari informasi secara prosedural, melainkan juga mendiskusikan hasilnya secara kelompok serta menuliskannya dengan sistematis. Aktivitas ini berkorelasi erat dengan peningkatan sikap ilmiah seperti *respect for evidence* dan *critical reflection*, yang terlihat dari data angket peserta didik pasca pembelajaran. Secara empiris, tahapan ini menunjukkan konsistensi dengan penelitian Susanti (2018) yang menemukan *challenge based learning* mampu meningkatkan keterampilan proses sains secara signifikan, terutama pada aktivitas mandiri.

Tahapan selanjutnya yakni *guiding resources*, menekankan pentingnya penggunaan sumber belajar yang relevan. Dalam penelitian ini, peserta didik diarahkan guna mencari literatur, artikel, dan buku ajar terkait kimia hijau serta studi tentang pencemaran limbah kimia. Pendekatan ini memberikan kontribusi pada penguatan dimensi analisis serta penjelasan pada berpikir kritis karena peserta didik dituntut guna membandingkan berbagai sumber serta menarik kesimpulan berdasarkan data. Tahapan ini juga berkontribusi terhadap indikator sikap ilmiah seperti fleksibilitas berpikir dan kepekaan

pada lingkungan, yang menunjukkan peningkatan pada hasil angket sikap ilmiah.

Berikutnya yakni *solution*, merupakan proses di mana peserta didik menyampaikan solusi atas tantangan yang telah diberikan. Dalam penelitian ini, solusi yang dikemukakan peserta didik berupa penyelesaian masalah akibat pencemaran limbah kimia pada lingkungan. Solusi ini tidak hanya menguji keterampilan berpikir kritis, tetapi juga memupuk sikap ilmiah berupa tanggung jawab terhadap lingkungan. Tahapan ini secara nyata menunjukkan keterkaitan aspek kognitif juga afektif pada pembelajaran. Peningkatan nilai keterampilan berpikir kritis, terutama pada indikator penjelasan dan pengaturan diri, menunjukkan peserta didik mampu menyusun solusi secara logis serta mempertanggungjawabkannya dengan baik.

Tahap kedelapan yakni *assessment*, dilakukan melalui penilaian hasil karya yang telah dibuat serta presentasi yang dilakukan peserta didik. Penilaian dilakukan dengan meninjau solusi yang diberikan peserta didik, keaktifan diskusi, serta kemampuan mereka dalam menjelaskan solusi yang telah dibuat. Penilaian ini menjadi dasar mengukur efektivitas sintaks-sintaks sebelumnya guna mendorong perkembangan

keterampilan berpikir kritis dan sikap ilmiah. Penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada hasil *post-test* keterampilan berpikir kritis serta skor angket sikap ilmiah terutama pada kelas eksperimen, dimana mengindikasikan assessment menyeluruh mampu merefleksikan capaian pembelajaran secara akurat.

Contoh Soal:

“Dalam sebuah industry kimia, terdapat proses yang menghasilkan limbah beracun yang sulit diuraikan secara alami. Jelaskan pendekatan kimia yang dapat diimplementasikan untuk mengurangi dampak limbah tersebut! Beikan contoh kegiatan yang jelas!”

Jawaban Peserta Didik:

<input checked="" type="checkbox"/>	Pendekatan kimia hijau (green chemistry) bertujuan untuk merancang proses & produk kimia sedemikian rupa sehingga dpt mengurangi/menghilangkan penggunaan & pembentukan zat berbahaya. Berikut Pendekatan kimia hijau yg diimplementasikan & kегiatannya.
<input type="checkbox"/>	1. Pencegahan limbah & Rancang proses agar limbah tdk terbentuk. Contoh: Ganti pdarut beracun dan etanol.
<input checked="" type="checkbox"/>	2. Pakain ramah lingkungan. Gunakan reagen yg tdk beracun & dpt diperbarui. Contoh: Gunakan batalis enzim dari pada logam berat.
<input type="checkbox"/>	3. Produk mudah terurai & Hasilkan produk yg dpt terurai alami. Contoh: Gunakan plastik biodegradable-
<input type="checkbox"/>	

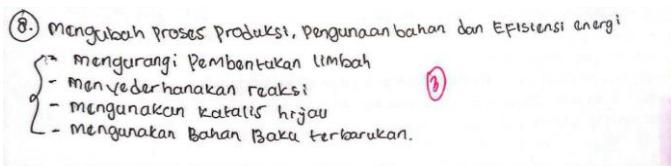
CS Diproduksi dengan Cetakan Laser

Gambar 4.1 Jawaban Posttest Kelas Eksperimen

“Pendekatan kimia hijau (green chemistry) bertujuan untuk merancang proses dan produk kimia sedemikian rupa sehingga dapat mengurangi atau menghilangkan

penggunaan zat berbahaya. Berikut pendekatan kimia hijau yang bisa diimplementasikan kegiatannya:

- *Pencegahan Limbah: mersncang proses agar limbah tidak terbentuk. Contoh: Ganti pelarut berbahaya dengan etanol.*
- *Bahan ramah lingkungan: Menggunakan reagen yang tidak beracun dan dapat diperbarui. Contoh: Gunakan katalis enzim daripada logam berat.*
- *Produk yang mudah terurai: Hasilkan produk yang dapat terurai alami. Contoh: Gunakan plastic biodegradable.”*



Gambar 4.2 Jawaban Posttest Kelas Kontrol

“Mengubah proses produksi, penggunaan bahan dan efisiensi energi, dengan:

- *Mengurangi pembentukan limbah*
- *Menyederhanakan reaksi*
- *Menggunakan katalis hijau*
- *Menggunakan bahan baku terbarukan.”*

Dari hasil analisis terhadap jawaban peserta didik, diketahui mereka bisa menyampaikan gagasan tepat dan beragam, serta mampu menjelaskannya secara kritis dengan menggunakan bahasa mereka sendiri. Hal

tersebut menunjukkan kemampuan berpikir kritis peserta didik bisa berkembang dengan proses pemecahan masalah. Temuan ini didukung penelitian Nuri (2017) yang menyimpulkan *challenge based learning* efektif guna meningkatkan keterampilan berpikir kritis karena mendorong keterlibatan aktif peserta didik dalam tugas-tugas yang bersifat reflektif.

Tahap terakhir yakni *publishing* dengan memberikan ruang kepada peserta didik guna mempublikasikan hasil temuan mereka. Dalam penelitian ini, hasil proyek peserta didik dipresentasikan dalam forum kelas dan dituangkan dalam bentuk mind mapping ilmiah. Kegiatan ini memberikan motivasi intrinsik juga membangun rasa tanggung jawab peserta didik pada hasil belajarnya. Tahap ini sangat penting guna pengembangan sikap ilmiah, khususnya pada dimensi keterbukaan berpikir dan komunikasi ilmiah. Fakta bahwa peserta didik menunjukkan antusiasme tinggi guna mempresentasikan proyek mereka menunjukkan keberhasilan model *challenge based learning* dalam menumbuhkan sikap ilmiah yang kuat serta integratif.

Hasil penelitian ini menunjukkan penerapan model *challenge based learning* signifikan meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi

kimia hijau. Hal ini dibuktikan melalui uji *independent sample t-test* yang menghasilkan nilai signifikansi (*Sig.*) sebesar 0,000, lebih kecil dari 0,05, sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima¹. Rata-rata nilai keterampilan berpikir kritis pada kelas eksperimen mencapai 79,26, sedangkan pada kelas kontrol hanya 69,11. Nilai *effect size* sebesar 1,38 mengindikasikan efektivitas model *challenge based learning* terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis termasuk dalam kategori sangat kuat.

Peningkatan ini selaras dengan karakteristik *challenge based learning* yang memfokuskan peserta didik sebagai pusat pembelajaran, mendorong mereka guna mengidentifikasi masalah, menganalisis data, mengevaluasi informasi, serta merumuskan solusi secara mandiri maupun kelompok. Setiap tahapan dalam sintaks *challenge based learning* menuntut peserta didik guna mengembangkan indikator berpikir kritis, seperti interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, penjelasan, juga pengaturan diri, sesuai dengan teori Facione (1990). Peserta didik bukan hanya menghafal konsep, melainkan juga dilatih berpikir reflektif, logis, serta sistematis guna memecahkan masalah nyata.

Temuan ini diperkuat oleh hasil penelitian Nuri (2017) yang menyatakan model *challenge based learning*

mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik secara signifikan dibandingkan model konvensional. Interaksi aktif, diskusi kelompok, dan kegiatan eksploratif pada *challenge based learning* memberikan ruang bagi peserta didik guna mengembangkan kemampuan analisis, argumentasi, dan pengambilan keputusan yang matang.

Selain keterampilan berpikir kritis, penelitian ini juga membuktikan model *challenge based learning* efektif signifikan terhadap peningkatan sikap ilmiah peserta didik. Hasil uji *independent sample t-test* pada variabel sikap ilmiah menunjukkan nilai signifikansi (*Sig.*) sebesar 0,000, menandakan adanya perbedaan yang signifikan kelas eksperimen dengan kelas kontrol. Nilai *effect size* sebesar 2,40 termasuk pada kategori sangat kuat, yang mengindikasikan model *challenge based learning* sangat efektif guna membentuk sikap ilmiah peserta didik.

Sikap ilmiah yang diukur meliputi rasa ingin tahu, kepedulian pada data dan fakta, fleksibilitas berpikir, kemampuan refleksi kritis, serta kepekaan terhadap lingkungan, sebagaimana indikator yang dikemukakan oleh Harlen (2000). Melalui tahapan-tahapan *challenge based learning*, peserta didik didorong untuk selalu bertanya, mencari informasi, melakukan observasi, serta

menguji hipotesis secara objektif. Kegiatan eksperimen, diskusi, juga presentasi hasil kerja kelompok membiasakan peserta didik guna bersikap terbuka pada fakta, menghargai pendapat orang lain, juga bertanggung jawab atas solusi yang dihasilkan.

Penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Astika dkk (2013) yang menyatakan model pembelajaran inovatif seperti *challenge based learning*, mampu menumbuhkan sikap ilmiah peserta didik secara optimal. Pembelajaran yang berpusat pada peserta didik, berbasis tantangan nyata, juga menekankan kolaborasi serta eksplorasi terbukti efektif guna membentuk karakter ilmiah yang diperlukan di abad 21.

Hasil uji normalitas serta homogenitas menunjukkan data yang diperoleh terdistribusi normal dan homogen, sehingga memenuhi syarat guna dilaksanakannya uji t. Hasilnya membuktikan ada perbedaan signifikan kelas eksperimen dengan kontrol baik pada keterampilan berpikir kritis ataupun sikap ilmiah. Nilai *effect size* yang besar pada kedua variabel memperkuat kesimpulan model *challenge based learning* sangat efektif guna meningkatkan hasil belajar peserta didik pada materi kimia hijau.

Implikasi dari penelitian ini yakni penerapan model *Challenge Based Learning* bisa dijadikan alternatif inovatif pada pembelajaran kimia, terutama pada materi yang menuntut keterampilan berpikir kritis dan sikap ilmiah. Model ini bukan hanya meningkatkan hasil belajar secara kognitif, melainkan juga membentuk karakter ilmiah dan kepedulian terhadap lingkungan. Guru disarankan untuk mengadopsi model *challenge based learning* pada pembelajaran, baik pada materi kimia hijau maupun materi lain yang relevan pada kehidupan sehari-hari.

Hasil penelitian ini mendukung teori yang menyatakan model *challenge based learning* mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis juga sikap ilmiah peserta didik secara signifikan. Temuan ini selaras dengan penelitian Nuri (2017) dan Susanti (2018) yang menunjukkan *challenge based learning* efektif guna meningkatkan kemampuan berpikir kritis serta keterampilan proses sains peserta didik.

Selain itu, penelitian ini memperkuat hasil penelitian internasional dimana menyatakan pembelajaran berbasis tantangan dan masalah sangat relevan guna membangun keterampilan abad 21. Hal tersebut relevan dengan penelitian dari Nawawi, dkk (2024) dimana model *Challenge-Based Learning* terbukti

efektif guna meningkatkan keterampilan abad ke-21, khususnya berpikir kritis, berpikir kreatif, kolaborasi, juga keterlibatan peserta didik pada berbagai konteks pendidikan. Dengan demikian, model *challenge based learning* bisa dijadikan solusi inovatif guna mengatasi permasalahan rendahnya kualitas pendidikan di Indonesia, khususnya pada pengembangan keterampilan berpikir kritis serta sikap ilmiah peserta didik.

Secara keseluruhan, penerapan model *Challenge Based Learning* pada materi kimia hijau terbukti efektif guna meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan sikap ilmiah peserta didik. Temuan ini didukung penelitian dari Nurlaili, dkk (2017) yang menyampaikan model *Challenge Based Learning* berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa. Setiap tahapan sintaks *challenge based learning* memberikan ruang bagi peserta didik guna terlibat aktif, berpikir reflektif, dan bersikap ilmiah dalam memecahkan masalah nyata. Temuan ini didukung analisis statistik yang menunjukkan perbedaan signifikan kelas eksperimen dengan kelas kontrol, serta nilai *effect size* yang sangat kuat pada kedua variabel. Dengan demikian, model *challenge based learning* bisa dijadikan alternatif inovatif dalam pembelajaran kimia untuk membentuk

generasi yang kritis, kreatif, dan peduli terhadap lingkungan.

D. Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan seoptimal mungkin, namun masih ada beberapa kekurangan juga keterbatasan pada pelaksanaannya. Adapun keterbatasan penelitian ini bisa diuraikan sebagai berikut:

1. Keterbatasan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di MAN 1 Kota Semarang. Apabila dilaksanakan pada sekolah atau lingkungan yang berbeda, maka hasil penelitian kemungkinan akan menunjukkan perbedaan.

2. Keterbatasan Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian dibatasi sesuai kebutuhan dan ruang lingkup penelitian yang telah dirancang peneliti.

3. Keterbatasan Materi

Ruang lingkup penelitian ini hanya mencakup materi kimia hijau. Meskipun demikian, model *Challenge Based Learning* memiliki kemungkinan untuk dikembangkan dan diterapkan pada materi lain di luar topik tersebut.

4. Keterbatasan Kemampuan

Peneliti menyadari masih ada keterbatasan dalam kemampuan menyusun skripsi ini. Dengan mengoptimalkan kemampuan yang dimiliki dan berbekal bimbingan dari dosen pembimbing, peneliti telah berusaha menyelesaikan penelitian ini sebaik mungkin.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan data serta hasil penelitian yang telah dianalisis pada pembahasan, maka bisa disimpulkan hasil uji hipotesis dengan *independent sample t-test* menunjukkan nilai signifikansi (*Sig.*) 0,00, < 0,05. Hal ini berarti H_0 ditolak pada hipotesis pertama, sehingga bisa disimpulkan model *Challenge Based Learning* efektif terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi kimia hijau. Rata-rata keterampilan berpikir kritis pada kelas eksperimen yakni 79,26, sedangkan pada kelas kontrol sebesar 69,11. Sedangkan pada variabel sikap ilmiah hipotesis kedua model *Challenge Based Learning* terbukti efektif terhadap sikap ilmiah peserta didik pada materi kimia hijau. Hal ini didukung hasil uji *independent sample t-test* yang menunjukkan nilai signifikansi (*Sig.*) sebesar 0,000. Karena nilai tersebut lebih kecil dari 0,05, maka H_0 ditolak dan H_a diterima.

B. Implikasi

Implikasi dari penelitian ini menunjukkan penerapan model *Challenge Based Learning* berkontribusi positif terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis dan sikap ilmiah peserta didik dalam memahami berbagai

aspek pembelajaran materi kimia hijau yang disampaikan dalam penelitian.

C. Saran

Penelitian ini ada beberapa masukan yang bisa dijadikan sebagai bahan perbaikan di masa mendatang, yakni sebagai berikut:

1. Bagi pendidik disarankan guna mempertimbangkan penerapan model *Challenge Based Learning* pada pembelajaran, khususnya pada materi kimia hijau atau materi lain yang memerlukan keterlibatan aktif peserta didik. Model ini terbukti bisa meningkatkan keterampilan berpikir kritis juga sikap ilmiah peserta didik melalui aktivitas pemecahan masalah kontekstual.
2. Bagi peneliti berikutnya bisa memperluas cakupan penelitian ini dengan menerapkan model *Challenge Based Learning* pada materi kimia lainnya atau di tingkat pendidikan yang berbeda. Selain itu, disarankan guna menambah variabel lain seperti keterampilan kolaboratif atau pemecahan masalah sehingga hasil penelitian menjadi lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, S. 2010. Studi Deskriptif *Effect Size Penelitian-Penelitian di Fakultas Psikologi Universitas Sanata Dharma. (Yogyakarta: Jurnal Penelitian)*, hal. 3.
- Apple Inc. 2010. *Challenge Based Learning: A Classroom Guide.* New York: Apple Inc.
- Arifin, Z. 2017. *Evaluasi Pembelajaran.* Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Arikunto, S. 2015. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan.* Jakarta: Bumi Aksara.
- Ariyana, Y., Pudjiastuti, A., Bestary, R., & Zamroni. 2018. *Buku Pegangan Pembelajaran Berorientasi Pada Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi.* Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Arizona. K, Harjono. A, & Jufri W. 2015. *Implementasi Tiga Dimensi Kemagnetan Berbasis Inkuiri Melalui Strategi Kooperatif Terhadap Sikap Ilmiah Siswa.* Pendidikan Fisika dan Teknologi, Volume 1, Nomor 1,Hlm.18.
- Astika, I. K. U., Suma, K., & Suasta, I. W. 2013. Pengaruh model pembelajaran berbasis masalah (problem based learning) terhadap sikap ilmiah dan keterampilan berpikir kritis. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran IPA Indonesia*, 3(1).
- Ataha, U., & Ogumogu, A. E. 2013. An investigation of the scientific attitude among science students in senior secondary schools in edo south senatorial district, edo state. *Journal of Education And practice*, Vol. 4, No. 11, hlm. 12-16. Bauer, R, Brik,
- Chang, R. 2003. *Kimia Dasar: Konsep-konsep Inti.* Jakarta : Erlangga
- Cheng, W. 2016. Application Of Challenge Based Learning In Nursing Education. *Nurse Education Today.* 44, 130-132.

- Crugger, K.M. 2017. Applying Challenge Based Learning in The Feminist Communication Classroom: Positioning Students as Knowledge Change Agents. *Communication Teacher*, 32(2), 87-101.
- Duron, R. dkk. 2006. Critical Thinking Framework For Any Discipline. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 2006, Volume 17, Number 2, 160-166.
- Ennis, R. H. 1996. Critical Thinking Dispositions: Their Nature and Assessability. *Journal University of Illinois UC. Informal Logic*, 18(2), 165-182.
- Facione, P. A. 1990. Critical Thinking : A Statement of Expert Consensus for Purposes of Educational Assessment and Instruction Executive Summary "The Delphi Report". *The California Academic Press*, 423(c), pp. 1-19.
- Fitri, S. F. N. 2021. Problematika kualitas pendidikan di indonesia. *Jurnal Pendidikan Tambusai*. 5(1), 1617-1620.
- Grinell, F. 1992. *The scientific attitude second edition*. New York: The Guilford Press.
- Hake, R. R. 1998. Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64-74.
- Halpern, D. F. 2013. *Thought and knowledge: An introduction to critical thinking, Fifth Edition*, *Thought and Knowledge: An Introduction to Critical Thinking, Fifth Edition*.
- Haqq, A.B. 2017. Implementasi *Challenge Based Learning* Dalam Upaya Meningkatkan Kemampuan Penalaran Matematis Siswa SMA. *Jurnal Theorems (The Original Research Of Mathematics)*.Vol. 1 No 2, Januari 2017 hal. 13-23.
- Harlen, W. 2000. *Teaching, learning & assessing science 5 - 12 3rd editio'*. London: Paul Chapman Publishing Ltd.

- Idris, N. W. 2020. Pengaruh model pembelajaran berbasis masalah terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*. 16(1), 39-50.
- Jhonson, Laurence F., Rachel S., J. Troy, Varon., dan Rachel K. 2011. *Challenge Based Learning A Classroom Guide*. Texas: The New Media Consortium.
- Johnson, E. 2002. *Contextual Teaching and Learning*. California: CorwinPress.
- Johnson, dkk. 2009. *Challenge Based Learning An Approach for Our Time*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Joyce, B., & Weil, M. 1980. *Model of teaching*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Kristiani, N., Susilo, H., S., Rohman, F., & Aloysius, D. C. 2015. The contribution of students metacognitive skills and scientific attitude towards their academic achievements in biology learning implementing thinking empowerment by questioning (teq) learning integrated with inquiry learning (TEQI). *International Journal of Educational Policy Research and Review*. Vol. 2, No. 9, hlm. 113-120.
- Matondang, Z., Djulia, E., Sriadhi, S., & Simarmata, J. 2019. *Evaluasi Hasil Belajar*. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Mitarlis,. Bertha Yonata,. dan Rusly Hidayah. 2016. *Rancangan Pembelajaran Karakter Sains Berwawasan Green Chemistry pada Perkuliahan Kimia Dasar Di Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Surabaya*. Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pembelajarannya.
- Nawawi, S., Johari, A., Siburian, J., & Anggereini, E. 2024. The transformative power of challenge-based learning in cultivating 21st-century skills. *International Journal of Educational Research and Review*, 7(3), 679–693.
- Ng, E. M., & Lee, Y. 2015. Using Challenge-Based Learning to Foster 21st-Century Skills in Hong Kong. *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, 8(2), 34–49.

- Nicholson, S., & Galguera, T. 2013. *Integrating real-world challenges into classroom instruction: The CBL Framework*. Teachers College Press.
- Nurbaity. 2011. Pendekatan Green Chemistry Suatu Inovasi Dalam Pembelajaran Kimia Berwawasan Lingkungan. *Jurnal Riset Pendidikan Kimia*. 1(1), 13–21.
- Nurlaili, Afriansyah, D., & Nuri, Y. A. 2017. Pengaruh model pembelajaran Challenge Based Learning terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi lingkungan kelas X di SMA Negeri 4 Prabumulih. *Jurnal Pena Sains*, 4(2), 97-102.
- Nuri A. Y. 2017. *Pengaruh Model Pembelajaran Challenge Based Learning (CBL) Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Lingkungan Kelas X Di SMA Negeri 4 Prabumulih*. Skripsi Pendidikan Biologi Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Fatah.
- OECD. (2024). *PISA 2022 results (Volume III): Creative minds, creative schools*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/765ee8c2-en>
- Palgunadi dan Jelliarko. 2007. *Kimia Hijau, "New But Old Stuff"*. <http://mataanginbicara.wordpress.com>. Diakses Desember 2023.
- Priyatno, D. 2013. *Analisis Korelasi, Regresi dan Multivariate Dengan SPSS*. Yogyakarta: Gava Media.
- Purwanto. 2011. *Evaluasi Hasil Belajar*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Rosita, I. I. 2017. *Analisis sikap ilmiah siswa dengan model pembelajaran berbasis masalah pada materi laju reaksi*. Skripsi Pendidikan Kimia Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan Universitas Islam Negeri (Uin) Syarif Hidayatullah.
- Santos, A.R., Fernandes, P., Sales, A., Nicholas, M. 2015. Combining Challenge Based Learning and Scrum Framework for Mobile Application Development. *ItiCS*. 15, 189-194.

- Schleicher, A. 2019. *PISA 2018 Insight and Interpretations*. OECD.
- Shinta. R . 2015. Pengaruh Pembelajaran Berbasis Praktikum Terhadap Pengembangan Sikap Ilmiah Siswa. *Unnes Physic Education*. hlm.50.
- Stephenson, N. S., Miller, I. R. dan Sadler-Mcknight, N. P. 2019. Impact of Peer-Led Team Learning and the Science Writing and Workshop Template on the Critical Thinking Skills of First-Year Chemistry Students. *Journal of Chemical Education*. 96(5), pp. 841–849.
- Strandberg, H. 2006. *The possibility of discussion relativism, truth and criticism of religious beliefs*. New York: Routledge.
- Sudjana. 2009. *Penelitian Hasil Proses Belajar Mengajar*.
- Sudijono, A. 2015. *Pengantar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Sudjarwo. 2009. *Manajemen Penelitian Sosial*. CV. Bandung: Mandar Maju.
- Sugiyono. 2018. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sujanam, R. 2002. *Optimalisasi Pendekatan STM dengan Strategi Belajar Berbasis Masalah dalam Pembelajaran Listrik Statis dan Dinamo Sebagai Upaya Mengubah Miskonsepsi dan Meningkatkan Literasi Sains dan Teknologi Siswa Kelas II SMU Negeri 1 Singaraja*. Penelitian IKIP Negeri Singaraja.
- Suprihatiningrum, J. 2014. *Strategi Pembelajaran*. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media.
- Susanti A. R. 2018. *Pengaruh Model Pembelajaran Challenge Based Learning Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas VII Pada Mata Pelajaran Biologi Materi Klasifikasi Makhluk Hidup Di SMP Negeri 22 Oku*. Skripsi Pendidikan Biologi Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Fatah

- Swiden L. C. 2013. *Effects Of Challenge Based Learning On Student Motivation And Achievement.* Montana State University
- Syafei, I. 2016. Pengembangan Model Pembelajaran Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Psympathic: Jurnal Ilmiah Psikologi.* 2(2), pp. 133-140.
- Trianto. 2010. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif Progresif: Konsep, Landasan, dan Implementasi pada Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP).* Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Triyas, I. A., Hidayat, & Pathoni, H. 2014. Artikel ilmiah upaya meningkatkan sikap ilmiah dan hasil belajar dengan menggunakan model pembelajaran problem based learning di kelas SMA Negeri 8 Kota Jambi. Diakses dari <http://ecampus.fkip.unja.ac.id>, hlm. 1-9.
- Ulum, B. 2007. *Sikap Ilmiah.* Tersedia [Online]: <http://blogbahrul.wordpress.com>.
- Widuri, H. R., Dwirahayu, G. and Musyrifah, E. 2018. *Pengaruh Model Challenge Based Learning Terhadap Kemampuan Penalaran Kreatif Matematis Siswa.* Seminar Nasional Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan. pp. 1-237.
- Zubaidah, S. 2010. *Berpikir Kritis: Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Yang Dapat Dikembangkan Melalui Pembelajaran Sains.* Seminar Nasional Sains. pp. 1-14. Surabaya.
- Zulfiani, Feronika, T., & Suartini, K. 2009. *Strategi pembelajaran sains.* Jakarta: Lembaga Penelitian UIN Jakarta.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Penunjukan Pembimbing



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
 Jl. Prof. Dr. Hamka (Kampus III) Ngaliyan Semarang 50185
 Email: fst@walisongo.ac.id, Web: fst.walisongo.ac.id

Nomor : B.4433/Un.10.8/J.7/DA.04.01/07/2024

09 Juli 2024

Lamp :

Perihal : Penunjukan Pembimbing Skripsi

Kepada Yth:

1. Ulfa Lutfianasari , M.Pd
2. Deni Ebit Nugroho S.Si, M.Pd

Di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Dengan hormat kami sampaikan, Berdasarkan hasil pembahasan usulan judul penelitian di Program Studi Pendidikan Kimia, Kami mohon berkenan Bapak/Ibu untuk membimbing Skripsi atas nama:

Nama : Siti Khumairoh

NIM : 2108076015

Prodi : Pendidikan Kimia

Judul : **Efektivitas Model Pembelajaran Challenge Based Learning terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Sikap Ilmiah pada Materi Kimia Hijau.**

Demikian Penunjukan pembimbing Skripsi ini kami sampaikan terima kasih dan untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

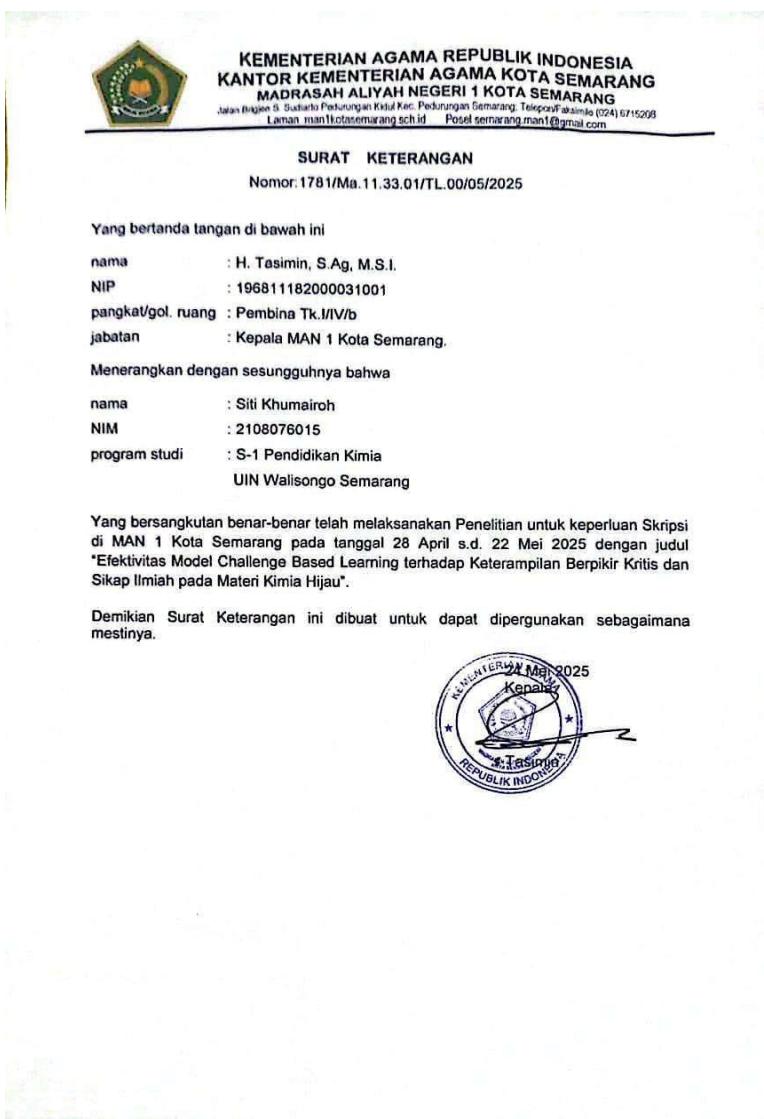
a.n. Dekan,
Ketua Prodi Pendidikan Kimia

Wirda Udaibah, S.Si, M.Si
NIP. 198501042009122003

Tembusan Yth.

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Arsip

Lampiran 2 Surat Keterangan Penelitian



Lampiran 3 Modul Ajar



MODUL AJAR KURIKULUM MERDEKA**KIMIA FASE E KELAS X**

INFORMASI UMUM	
A. IDENTITAS MODUL	
Penyusun	: Siti Khumairoh
Instansi	: MAN 1 Kota Semarang
Tahun Penyusunan	: 2024
Jenjang Sekolah	: SMA/MA
Mata Pelajaran	: Kimia
Fase F, Kelas / Semester	: X (Sepuluh) / II (Genap)
Bab 2	: Kimia Hijau
Alokasi Waktu	: 2 Kali Pertemuan / 4 Jam Pelajaran (4 x 45 menit)
B. KOMPETENSI AWAL	
Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi Sebelum mempelajari materi ini, a. Peserta didik telah memahami pengertian dan pentingnya kimia hijau. b. Peserta didik telah memahami peranan kimia hijau dalam kehidupan sehari-hari c. Peserta didik cenderung mengalami miskonsepsi bahwa prinsip kimia hijau tidak perlu dipelajari dan tidak penting. d. Peserta didik memahami hubungan prinsip kimia hijau dengan agenda pembangunan berkelanjutan PBB.	
C. PROFIL PELAJAR PANCASILA	
<ul style="list-style-type: none"> • Bernalar Kritis • Gotong Royong • Kreatif 	
D. MEDIA, SARAN, DAN PRASARANA	
Pembelajaran pada Bab Kimia Hijau, pendidik dapat menggunakan beberapa media pembelajaran seperti PPT, Video Animasi, LKPD, dan Buku Peserta didik Kimia Fase E kelas X	
E. TARGET PESERTA DIDIK	

<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik reguler/tipikal: umum, tidak ada kesulitan dalam mencerna dan memahami materi ajar.
F. MODEL PEMBELAJARAN
<ul style="list-style-type: none"> • Model pembelajaran <i>Challenge Based Learning</i>
KOMPONEN INTI
A. TUJUAN KEGIATAN PEMBELAJARAN
<p>Tujuan Pembelajaran bab ini</p> <p>Peserta didik diharapkan mampu:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menganalisis prinsip kimia hijau dalam mendukung pelestarian lingkungan. 2. Menciptakan kegiatan kehidupan berkelanjutan sesuai dengan agenda pembangunan berkelanjutan 2030 PBB. <p>Tujuan Pembelajaran Subbab :</p> <p>Pertemuan Pertama: Prinsip Kimia Hijau dalam Mendukung Upaya Pelestarian Lingkungan</p> <p>Peserta didik diharapkan mampu menganalisis prinsip kimia hijau dalam mendukung upaya pelestarian lingkungan.</p> <p>Pertemuan Kedua: Kegiatan Kehidupan Berkelanjutan sesuai dengan Agenda Pembangunan Berkelanjutan 2030 PBB</p> <p>Peserta didik diharapkan mampu menciptakan kegiatan kehidupan berkelanjutan sesuai dengan agenda pembangunan berkelanjutan 2030 PBB.</p>
B. PEMAHAMAN BERMAKNA
<p>Kimia hijau bukan hanya terkait dengan penggunaan dan produksi bahan kimia yang aman saja. Prinsip kimia hijau dapat kalian terapkan sendiri di rumah. Secara lebih rinci. Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta didik mengetahui pengertian kimia hijau dan pentingnya kimia hijau dalam membantu melestarikan lingkungan; mengetahui proses kimia serta reaksi kimia yang terjadi di lingkungan sekitar.</p>
C. PERTANYAAN PEMANTIK
Pertemuan pertama:

- Tahukah kalian bahwa banyak produk yang kita gunakan sehari-hari, seperti parfum, plastik, atau deterjen, bisa berdampak buruk bagi lingkungan? Apakah ada cara untuk membuatnya lebih aman?

Pertemuan kedua:

- Mungkinkah semua produk yang berlabel “ramah lingkungan” itu benar-benar aman? Bagaimana kita bisa mengetahuinya?

LANGKAH PEMBELAJARAN		
Pertemuan 1 (Prinsip Kimia Hijau dalam Mendukung Upaya Pelestarian Lingkungan)		
Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu (menit)
	Pendidik Peserta Didik	
<i>Tahap Pembelajaran (Pendahuluan) (10 menit)</i>		
	<p>Persiapan</p> <ul style="list-style-type: none"> Pendidik membuka proses pembelajaran dengan mengucap salam dan berdo'a. (PPP- Beriman dan bertaqwa kepada tuhan YME dan berakhlik mulia) Pendidik memastikan kesiapan peserta didik dengan mengecek kehadiran peserta didik dan kerapihan peserta didik. (PPK-Disiplin) <p>Apersepsi</p> <ul style="list-style-type: none"> Pendidik memberikan apersepsi dengan mengarahkan peserta didik untuk mencermati gambar penumpukan limbah daun kering pada slide pertama PPT. <p>Motivasi/Pertanyaan Pemantik</p> <ul style="list-style-type: none"> Pendidik memberikan motivasi/Pertanyaan Pemantik kepada peserta didik berupa: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Apakah yang timbul dalam benak kalian setelah mencermati gambar pencemaran lingkungan akibat limbah bahan kimia seperti yang terlihat pada slide berikut? ➤ Hal apa yang perlu dilakukan untuk mengatasi hal tersebut? Pendidik menyampaikan tujuan pembelajaran. (Sebelum pelaksanaan kegiatan pembelajaran peserta didik sudah melaksanakan tes diagnostic nonkognitif). 	10
<i>Tahap Pembelajaran (Inti) (130 Menit)</i>		

Ide Utama (<i>Big Idea</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengamati masalah dan materi pembelajaran melalui tayangan video • Link video : https://youtu.be/8FJqRidSpYw?si=_7gd97S_f19adjCj • PPT : slide pertama yaitu tentang pencemaran lingkungan akibat limbah bahan kimia 	
Pertanyaan Penting (<i>Essential Question</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik diberikan pertanyaan penting dari pendidik terkait permasalahan yang telah ditampilkan pada video. 	
Tantangan (<i>Challenge</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik dibagi menjadi 6 kelompok sesuai pembagian yang telah direncanakan oleh pendidik. • Pendidik membagikan LKPD kepada setiap kelompok. • Pendidik mengarahkan peserta didik untuk mencari informasi tentang permasalahan lingkungan untuk mengetahui apa dampak permasalahan lingkungan dan bagaimana alternatif pemecahannya. 	
Pertanyaan Pemandu (<i>Guiding Question</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Pendidik meminta peserta didik untuk memahami LKPD dan menuliskan daftar pertanyaan yang mempermudah dalam mengumpulkan data. 	
Aktivitas Pemandu (<i>Guiding Activities</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengumpulkan informasi dan mencari referensi untuk mencari solusi dari tantangan masalah yang diberikan dalam LKPD. 	
Sumber Pemandu (<i>Guiding Resource</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Pendidik mengarahkan peserta didik untuk melakukan kajian literatur terkait pentingnya peran kimia hijau atas masalah pencemaran lingkungan akibat limbah bahan kimia dan memanfaatkan media internet dalam mendukung data hasil pengamatan. 	

	<ul style="list-style-type: none"> Peserta didik menuliskan hasil kajian literatur pada kolom pembahasan. 	
Solusi (Solution)	<ul style="list-style-type: none"> Peserta didik memberikan kesimpulan dan solusi atas permasalahan dari pencemaran lingkungan akibat limbah bahan kimia hasil dari pengamatan dan kajian literatur terkait pentingnya kimia hijau. Peserta didik menuliskan kesimpulan dalam bentuk <i>mind map</i> pada lembar kesimpulan yang ada pada LKPD. 	
Penilaian (Assessment)	<ul style="list-style-type: none"> Peserta didik mempresentasikan hasil kerja yang telah dilakukan dan memberikan penjelasan atas pertanyaan yang diberikan oleh kelompok lain maupun dari pendidik. Pendidik memberikan penilaian hasil pengamatan, diskusi kelompok, dan presentasi. 	
Publikasi (Publishing)	<ul style="list-style-type: none"> Peserta didik dapat mempublikasi hasil kerjanya pada papan mading yang ada di kelasnya. 	
Tahap Pembelajaran (Penutup) (10 Menit)		
	<ul style="list-style-type: none"> Peserta didik dengan bimbingan pendidik untuk memberikan penguatan, <i>review</i> materi, dan membuat kesimpulan dari hasil kegiatan pembelajaran Peserta didik melaksakan refleksi dari hasil pembelajaran Pendidik memberikan informasi terkait rencana pembelajaran yang akan datang. Peserta didik bersama pendidik berdoa bersama-sama untuk mengakhiri pembelajaran hari ini dan ditutup dengan mengucapkan salam. (PPP-Beriman dan bertaqwa kepada tuhan YME dan berakhlak mulia) 	10

LANGKAH PEMBELAJARAN		
Pertemuan 2 (Kegiatan Kehidupan Berkelanjutan sesuai dengan Agenda Pembangunan Berkelanjutan 2030 PBB)		
Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu (menit)
<i>Tahap Pembelajaran (Pendahuluan) (10 menit)</i>		
	<p>Persiapan</p> <ul style="list-style-type: none"> Pendidik membuka proses pembelajaran dengan mengucap salam dan berdo'a. (PPP- Beriman dan bertaqwa kepada tuhan YME dan berakhlaq mulia) Pendidik memastikan kesiapan peserta didik dengan mengecek kehadiran peserta didik dan kerapihan peserta didik (PPK-Disiplin) <p>Apersepsi</p> <ul style="list-style-type: none"> Pendidik memberikan apersepsi dengan mengarahkan peserta didik untuk mencermati gambar penumpukan limbah daun kering pada slide pertama PPT. <p>Motivasi/Pertanyaan Pemanistik</p> <ul style="list-style-type: none"> Pendidik memberikan motivasi/Pertanyaan Pemanistik kepada peserta didik berupa: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Apakah yang timbul dalam benak kalian setelah mencermati gambar penumpukan limbah sampah plastik seperti yang terlihat pada slide berikut? ➤ Hal apa yang perlu dilakukan untuk mengatasi hal tersebut? Pendidik menyampaikan tujuan pembelajaran. (Sebelum pelaksanaan kegiatan pembelajaran peserta didik sudah melaksanakan tes diagnostic nonkognitif) 	10
<i>Tahap Pembelajaran (Inti) (130 Menit)</i>		

Ide Utama (<i>Big Idea</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengamati masalah dan materi pembelajaran melalui tayangan video • Link video : https://youtu.be/ITXAz0mGIZE?si=FEvGCdmSaMIC6bVr • PPT : slide pertama yaitu tentang penumpukan limbah sampah plastik. 	
Pertanyaan Penting (<i>Essential Question</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik diberikan pertanyaan penting dari pendidik terkait permasalahan yang telah ditampilkan pada video. 	
Tantangan (<i>Challenge</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik dibagi menjadi 6 kelompok sesuai pembagian yang telah direncanakan oleh pendidik. • Pendidik membagikan LKPD kepada setiap kelompok. • Pendidik mengarahkan peserta didik untuk mencari informasi tentang permasalahan lingkungan untuk mengetahui apa dampak permasalahan lingkungan dan bagaimana alternatif pemecahannya. 	
Pertanyaan Pemandu (<i>Guiding Question</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Pendidik meminta peserta didik untuk memahami LKPD dan menuliskan daftar pertanyaan yang mempermudah dalam mengumpulkan data. 	
Aktivitas Pemandu (<i>Guiding Activities</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengumpulkan informasi dan mencari referensi untuk mencari solusi dari tantangan masalah yang diberikan dalam LKPD. 	
Sumber Pemandu (<i>Guiding Resource</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Pendidik mengarahkan peserta didik untuk melakukan kajian literatur terkait kegiatan kehidupan berkelanjutan yang dapat digunakan atas masalah penumpukan limbah sampah plastik dan memanfaatkan media internet dalam mendukung data hasil pengamatan. 	

	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menuliskan hasil kajian literatur pada kolom pembahasan. 	
Solusi (Solution)	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik memberikan kesimpulan dan solusi atas permasalahan dari pencemaran lingkungan akibat limbah sampah plastik dari pengamatan dan kajian literatur terkait kegiatan kehidupan berkelanjutan sesuai dengan agenda pembangunan berkelanjutan. • Peserta didik menuliskan kesimpulan dalam bentuk <i>prototype</i> pada lembar kesimpulan yang ada pada LKPD. 	
Penilaian (Assesment)	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mempresentasikan hasil kerja yang telah dilakukan dan memberikan penjelasan atas pertanyaan yang diberikan oleh kelompok lain maupun dari pendidik. • Pendidik memberikan penilaian hasil pengamatan, diskusi kelompok, dan presentasi. 	
Publikasi (Publishing)	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik dapat mempublikasi hasil kerjanya pada blog atau media sosial kelas. 	
Tahap Pembelajaran (Penutup) (10 Menit)		
	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik dengan bimbingan pendidik untuk memberikan penguatan, <i>review</i> materi, dan membuat kesimpulan dari hasil kegiatan pembelajaran • Peserta didik melaksakan refleksi dari hasil pembelajaran • Pendidik memberikan informasi terkait rencana pembelajaran yang akan datang. • Peserta didik bersama pendidik berdoa bersama-sama untuk mengakhiri pembelajaran hari ini dan ditutup dengan mengucapkan salam. (PPP- Beriman dan bertaqwa kepada tuhan YME dan berakhlak mulia) 	10

REFLEKSI PESERTA DIDIK DAN PENDIDIK		Catatan
Refleksi Pendidik	<ol style="list-style-type: none"> Apakah proses pembelajaran yang dilaksanakan sudah sesuai dengan yang diharapkan? Apakah dalam pemberian materi yang disampaikan dengan model/metode yang telah dilakukan serta penjelasan teknis atau intruksi yang disampaikan untuk pembelajaran dapat dipahami oleh peserta didik? 	
Refleksi Peserta Didik	<ol style="list-style-type: none"> Apakah LKPD, media pembelajaran, mempermudah kamu dalam pembelajaran? Apakah materi yang disampaikan, didiskusikan, dan dipresentasikan dalam pembelajaran dapat kamu pahami? Manfaat apa yang kamu peroleh dari materi pembelajaran? Sikap positif apa yang kamu peroleh selama mengikuti kegiatan pembelajaran? 	

ASESMEN			
Jenis Penilaian	Teknik Penilaian	Bentuk Penilaian	Instrumen Penilaian
Asesmen Diagnostik (sebelum pembelajaran)	Tes Tertulis	Uraian	<i>Terlampir</i>
Asesmen Formatif (selama pembelajaran)	Afektif: Observasi/pengamatan	Lembar pengamatan aktivitas peserta didik dalam pembelajaran	<i>Terlampir</i>
	Keterampilan: Kreatifitas	Lembar pengamatan aktivitas peserta didik dalam presentasi dan produk	<i>Terlampir</i>
Asesmen Sumatif	Tes Tertulis	Uraian	<i>Terlampir</i>

(akhir pembelajaran)			
----------------------	--	--	--

Mengetahui,
Guru Kimia MAN 1 Kota Semarang

Semarang, 28 April 2025
Pendidik Pengampu

Nur Rohmawati, S. Pd. Si, M. Pd
NIP. 198204232009122001

Siti Khumairoh
NIM. 2108076015

LAMPIRAN

Materi

A. Prinsip Kimia Hijau dalam Mendukung Upaya Pelestarian Lingkungan

Kimia hijau bukan hanya terkait dengan penggunaan dan produksi bahan kimia yang anan saja. Prinsip kimia hijau dapat Kalian terapkan sendiri di rumah. Menggunakan bahan kimia secukupnya, membuang bahan kimia pada tempatnya, menyimpan bahan kimia dengan cara yang benar, mengganti bahan kimia yang berbahaya dengan bahan alam yang lebih ramah lingkungan, serta menggunakan kembali bahan plastik merupakan wujud kontribusi kalian terhadap prinsip kimia hijau. Prinsip kimia hijau sangat memberikan kontribusi terhadap pelestarian lingkungan. Dalam aktivitas selanjutnya, Kalian akan merancang, mengembangkan, dan mempraktikkan prinsip yang lebih hijau untuk pelestarian lingkungan.

Kimia hijau merupakan konsep penting dalam mendukung pelestarian lingkungan dan keberlanjutan hidup manusia. Dengan menerapkan prinsip-prinsip kimia hijau, kita dapat mengurangi dampak negatif industri kimia, meningkatkan efisiensi energi, dan menciptakan produk yang lebih aman bagi lingkungan. Oleh karena itu, kesadaran dan penerapan kimia hijau harus terus ditingkatkan agar dapat memberikan manfaat jangka panjang bagi generasi mendatang.

 **12 Prinsip Kimia Hijau** 

Kimia hijau adalah pendekatan kimia yang bertujuan memaksimalkan efisiensi dan meminimalkan pengaruh buruk bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Memang tidak ada reaksi kimia yang hijau sempurna namun keseluruhan efek negatif baik pada penelitian kimia maupun industri kimia dapat dikurangi melalui implementasi 12 prinsip kimia hijau.

<p>1. Mencegah limbah Mengatasi pencemaran limbah ketimbang penanganan atau pemberian limbah yang muncul setelah proses sintesis serta meminimalkan limbah pada setiap proses.</p>	<p>7. Menggunakan bahan baku terbarukan Bahan baku terbarukan biasanya berasal dari produk pertanian atau hasil alam, sedangkan bahan baku tak terbarukan berasal dari bahan bakar fosil seperti minyak bumi, gas alam, batu bara, dan bahan tambang lainnya.</p>
<p>2. Memaksimalkan nilai ekonomi sisa-satu Menyusuri sisa-satu pada level molekul dengan memaksimalkan jumlah atom dari senos perreaksi menjadi produk akhir. Atom ekonomi di sini untuk mengevaluasi efisiensi reaksi.</p>	<p>8. Mengurangi bahan turunan kimia Menurunkan bahan turunan kimia untuk mengurangi tahapan reaksi, tambahan bahan kimia, dan produksi limbah.</p>
<p>3. Sintesis kimia yang bahayanya sedikit Mendesain reaksi kimia dan rute sintesis seaman mungkin. Menghindarkan konsumsi bahan yang berbahaya selama reaksi berlangsung termasuk limbah.</p>	<p>9. Menggunakan katalis Penggunaan katalis berperan pada peningkatan selektivitas, mengurangi limbah, waktu reaksi, dan energi dalam suatu reaksi.</p>
<p>4. Mendesain proses yang melibatkan bahan kimia yang aman Meneprediksi dan mengevaluasi aspek meliputi sifat fisika, toxicitas, dan lingkungan</p>	<p>10. Mendesain bahan kimia dan produk yang terdegradasi setelah digunakan Bahan kimia harus mudah terdegradasi dan tidak terakumulasi di lingkungan.</p>
<p>5. Menggunakan pelarut dan kondisi reaksi yang lebih aman Memilih pelarut yang paling aman dalam tiap proses serta meminimalkan jumlah pelarut agar tidak menghasilkan persentase limbah yang besar.</p>	<p>11. Menganalisis secara langsung untuk mencegah polusi Metode analisis yang dilakukan secara <i>real-time</i> untuk mencegah pembentukan bahan berbahaya bagi lingkungan.</p>
<p>6. Mendesain efisiensi energi Memilih jalur reaksi kimia yang paling kecil energinya. Menghindari pemanasan dan pendinginan juga tekanan dan kondisi vakum.</p>	<p>12. Mencegah potensi kecelakaan Memilih bahan kimia yang digunakan dalam reaksi kimia dan mengembangkan prosedur untuk menghindari kecelakaan.</p>

Gambar 3.4. Prinsip kimia hijau

B. Kegiatan Kehidupan Berkelanjutan sesuai dengan Agenda Pembangunan Berkelanjutan 2030 PBB

Kimia Hijau adalah cabang ilmu kimia yang berfokus pada desain proses dan produk yang ramah lingkungan, mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya, dan meminimalkan dampak negatif terhadap kesehatan manusia serta lingkungan. Konsep ini sangat relevan dengan Agenda Pembangunan Berkelanjutan 2030 (Sustainable Development Goals/SDGs) PBB yang bertujuan menciptakan kehidupan yang lebih baik dan berkelanjutan bagi semua.

Kimia Hijau mendukung berbagai SDGs dalam mencapai pembangunan berkelanjutan, antara lain:

- Air bersih dan sanitasi
- Energi bersih dan terjangkau
- Industri, Inovasi, dan Infrastruktur
- Kesehatan yang baik dan kesejahteraan
- Konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab
- Ekosistem laut dan darat
- Penanganan perubahan iklim

Kimia Hijau adalah solusi inovatif untuk mencapai kehidupan berkelanjutan sesuai dengan Agenda Pembangunan Berkelanjutan 2030 PBB. Dengan menerapkan prinsip-prinsip Kimia Hijau, kita dapat menciptakan industri yang lebih bersih, mengurangi dampak lingkungan, dan meningkatkan kesejahteraan manusia. Oleh karena itu, penting bagi ilmuwan, industri, dan masyarakat untuk berkolaborasi dalam menerapkan teknologi dan inovasi yang lebih ramah lingkungan guna menciptakan masa depan yang lebih berkelanjutan.

Glosarium

Kimia hijau; adalah cabang ilmu kimia yang mengajarkan desain produk dan proses kimia untuk mengurangi atau menghilangkan penggunaan serta pembentukan senyawa-senyawa berbahaya.

Lingkungan; sebuah daerah atau kawasan dan seluruh bagian yang terdapat di dalamnya yang ada di sekitar manusia dan mempengaruhi perkembangan kehidupan manusia.

Pembangunan Berkelanjutan; pembangunan yang memenuhi kebutuhan hidup masa sekarang dengan mempertimbangkan pemenuhan kebutuhan hidup generasi mendatang.

PBB; organisasi internasional yang didirikan pada 24 Oktober 1945, bertujuan untuk menjaga perdamaian dan keamanan dunia, serta mempromosikan kerja sama internasional

DAFTAR PUSTAKA

- ACS Green Chemistry Institute. (2022). *Green Chemistry Principles and Practice*. American Chemical Society.
- Kemdikbud. 2021. Capaian Pembelajaran Fase E Mata Pelajaran Capaian Pembelajaran Fase E Mata Pelajaran Fisika, Fisika, Kimia, Biologi. Kimia, Biologi. Jakarta
- Nurbaiti. (2011). "Pendekatan Green Chemistry Suatu Inovasi dalam Pembelajaran Kimia Berwawasan Lingkungan". *Jurnal Riset Pendidikan Kimia*. 1, (1), 13-21.
- Sidjabat, Oberlin. (2008). "Pengembangan Teknologi Bersih dan Kimia Hijau dalam Meminimalisasi Limbah Industri". *Jurnal Publikasi Lemigas*. 42, (1), 45-50.
- Puspaningsih, A. R., E. Tjahjadarmawan, & N. R. Krisdianti. 2021. Buku Panduan Siswa Ilmu Pengetahuan Alam. Jakarta: Kemdikbud.
- Suyatno et al. 2007. Kimia untuk SMA Kelas X. Jakarta: Grasindo.
- United Nations. (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. United Nations.

Lampiran 4 LKPD

LEMBAR KERJA PERTEMUAN 1

Big Idea

Amatilah video dan artikel dibawah ini!



<https://youtu.be/KwbWZSm3uzs?si=xxoElSEjb9gXnOaKK>



SCAN ME

Essential Question

"Apa penyebab dan dampak yang ditimbulkan dari pencemaran limbah di Sungai Bengawan Solo pada artikel tersebut?"

Challenge

- Berkumpulah dengan masing-masing anggota kelompok yang telah ditetapkan oleh pendidik.
- Diskusikanlah jawaban dari pertanyaan penting sebelumnya.
- Carilah informasi atau literatur tentang permasalahan lingkungan untuk mengetahui dampak permasalahan yang terjadi dan bagaimana alternatif pemecahannya.



Guiding Question

Buatlah daftar pertanyaan yang mempermudah dalam mengumpulkan data!





Guiding Activities

Carilah dan kumpulkan beberapa informasi untuk memecahkan tantangan dari masalah yang diberikan!









Guiding Resource

Carilah dan tuliskan kajian literatur terkait penerapan prinsip kimia hijau dalam mendukung upaya pelestarian lingkungan bagi masalah pencemaran lingkungan akibat dari limbah bahan kimia!

Discussion



Solution

Berikan kesimpulan berupa mind mapping atas solusi yang didapat dari pengamatan kajian literatur terkait penerapan prinsip kimia hijau dalam mengatasi permasalahan pencemaran lingkungan akibat limbah bahan kimia!

Assessment

Presentasikan dan jelaskan hasil karya yang telah dibuat serta jawablah pertanyaan dari kelompok lain!

Publishing

Publikasikan hasil karya yang telah diselesaikan pada papan mading kelas serta sosial media kelas!

F_iGhT_iN_G





LKPD Pertemuan 2

Big Idea

Amatilah video dan artikel dibawah ini!



[Watch on YouTube](https://youtu.be/ITXAz0mGIZE?si=prclDD3rn1S6JxL9)

 <https://youtu.be/ITXAz0mGIZE?si=prclDD3rn1S6JxL9>

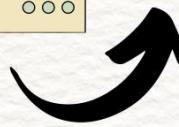


SCAN ME



Masalah Sampah Plastik Masih Jadi Persepolitan di Indonesia





Essential Question



"Apa penyebab dan dampak yang ditimbulkan dari adanya penumpukan limbah sampah plastik di Indonesia pada artikel tersebut?"

Challenge

- Berkumpulah dengan masing-masing anggota kelompok yang telah ditetapkan oleh pendidik.
- Diskusikanlah jawaban dari pertanyaan penting sebelumnya.
- Carilah informasi atau literatur tentang permasalahan lingkungan untuk mengetahui dampak permasalahan yang terjadi dan bagaimana alternatif pemecahannya.

Guiding Question

"Buatlah daftar pertanyaan yang mempermudah dalam mengumpulkan data!"



Guiding Activities



Carilah dan kumpulkan beberapa informasi untuk memecahkan tantangan dari masalah yang diberikan!

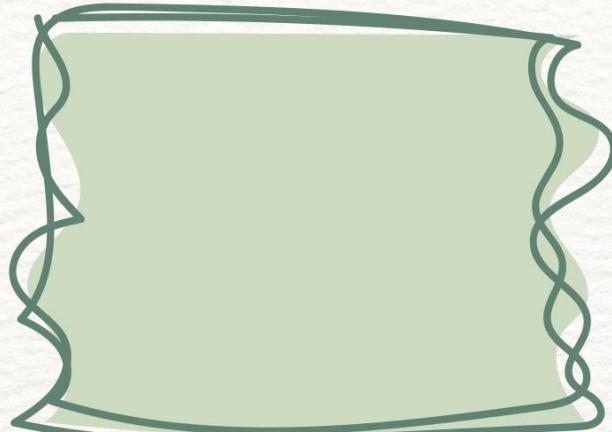
-
-
-
-
-



Guiding Resource

Carilah dan tuliskan kajian literatur terkait kegiatan yang sesuai dengan agenda pembangunan berkelanjutan bagi masalah pencemaran lingkungan akibat dari penumpukan limbah sampah plastik!

Discussion



Solution

Berikan kesimpulan berupa prototype atas solusi yang didapat dari pengamatan kajian literatur terkait kegiatan yang sesuai dengan pembangunan berkelanjutan dalam mengatasi permasalahan penumpukan limbah sampah plastik!

Assessment

Presentasikan dan jelaskan hasil karya yang telah dibuat serta jawablah pertanyaan dari kelompok lain!

Publishing

Publikasikan hasil karya yang telah diselesaikan pada papan mading kelas serta situs web yang telah disediakan pendidik!

!FiGhTiNG!

Lampiran 5 Instrumen Tes dan Lembar Penilaian Keterampilan Berpikir Kritis**INSTRUMEN TES KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS**

Satuan Pendidikan : MAN 1 Kota Semarang
 Bentuk Soal : Essai
 Alokasi Waktu : 40 Menit

Kelas/Semester : X/Genap
 Materi Pokok : Kimia Hijau
 Jumlah Soal : 15 Butir

No	Indikator Berpikir Kritis	Indikator Pengetahuan	Indikator Soal	Kriteria Soal	Soal	Jawaban
1.	Interpretasi, analisis, dan pengaturan diri	Peserta didik dapat mengemukakan pendapatnya terkait reaksi kimia yang beracun, berbahaya, dan merugikan lingkungan, serta memberikan alasan yang logis dan ilmiah.	Disajikan sebuah pernyataan mengenai anggapan bahwa reaksi kimia beracun, berbahaya, dan merugikan lingkungan, kemudian peserta didik diminta untuk menganalisis serta memberikan contoh reaksi kimia yang bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari.	C4 (Menganalisis)	<p>Reaksi kimia dianggap sebagai reaksi yang beracun, berbahaya dan merugikan bagi lingkungan. Namun pada realitanya terdapat reaksi kimia yang bermanfaat bagi kehidupan sehari-hari.</p> <p>a. Dari pernyataan tersebut, apakah kalian setuju? Berikan alasannya !</p> <p>b. Sebutkan 3 reaksi kimia yang bermanfaat bagi kehidupan sehari-hari!</p>	<p>a. Setuju, karena penggunaan bahan kimia tidak terlepas dari kegiatan sehari-hari. Sehingga bahan kimia tidak hanya dapat merugikan tetapi juga dapat memberikan manfaat bagi kita.</p> <p>b. Reaksi kimia yang bermanfaat bagi kehidupan sehari-hari</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Proses fermentasi pada pembuatan tape 2) Proses pemanggangan roti 3) Proses fotosintesis
2.	Interpretasi, evaluasi, dan penjelasan sederhana	Peserta didik dapat menganalisis masalah lingkungan terkait pengelolaan limbah sampah rumah tangga di Indonesia dan dapat menjelaskan konsep pembangunan	Disajikan sebuah permasalahan mengenai peningkatan jumlah sampah rumah tangga akibat populasi yang padat di Indonesia, kemudian peserta diminta untuk	C5 (Mengevaluasi)	<p>Indonesia merupakan salah satu negara terpadat di dunia yang jumlah populasi penduduknya mencapai 275 juta jiwa. Hal ini menjadikan jumlah sampah rumah tangga semakin bertambah. Dalam pengolahan limbah sampah rumah tangga di Indonesia masih minim dan berdampak pada penumpukan sampah di</p>	<p>Program pembangunan berkelanjutan yang sesuai yakni industri, inovasi dan infrastruktur. Karena minim infrastruktur pengelolaan sampah di beberapa daerah sehingga menyebabkan penumpukan sampah di TPA. Dengan adanya permasalahan tersebut dibutuhkan tempat untuk pengelolaan sampah</p>

		berkelanjutan dalam konteks pengelolaan sampah rumah tangga.	menganalisis dan menjelaskan program pembangunan berkelanjutan yang dapat diterapkan untuk mengatasi masalah tersebut		TPA. Berdasarkan masalah tersebut, jelaskan program pembangunan berkelanjutan yang sesuai dengan permasalahan tersebut!	seperti tempat pengumpulan sampah terpisah, fasilitas daur ulang, dan lain-lainnya. Hal ini dapat mengurangi volume sampah rumah tangga yang tiap harinya makin bertambah serta meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah rumah tangga.
3.	Interpretasi, penjelasan sederhana, dan evaluasi.	Peserta didik dapat mengusulkan solusi berbasis kimia hijau yang inovatif dan aplikatif untuk meminimalkan dampak limbah beracun dalam industri kimia.	Disajikan sebuah permasalahan mengenai limbah beracun dari industri kimia, kemudian peserta didik diminta untuk menganalisis dan mendiskusikan pendekatan kimia hijau yang dapat diterapkan untuk mengurangi dampak limbah tersebut.	C6 (Menciptakan)	Dalam sebuah industri kimia, terdapat proses yang menghasilkan limbah beracun yang sulit diuraikan secara alami. Diskusikan pendekatan kimia hijau yang dapat diimplementasikan untuk mengurangi dampak limbah tersebut!	Untuk mengurangi dampak limbah, terdapat beberapa pendekatan kimia hijau yang dapat dilakukan salah satunya yakni menerapkan prinsip atom economy dimana mengoptimalkan reaksi kimia sehingga dapat mengurangi pembentukan limbah.
4.	Interpretasi, analisis, dan pengaturan diri.	Peserta didik dapat mengusulkan minimal kontribusi nyata yang dapat dilakukan sebagai peserta didik dalam mendukung keberhasilan program pembangunan berkelanjutan.	Disajikan informasi mengenai program pembangunan berkelanjutan yang dicanangkan oleh PBB hingga tahun 2030, kemudian peserta didik diminta untuk menganalisis dan menyebutkan	C6 (Menciptakan)	Dalam mendukung pembangunan berkelanjutan PBB telah mencanangkan 17 program yang dapat diterapkan hingga tahun 2030. Guna mensukseskan program tersebut, terdapat beberapa cara yang dapat dilakukan. Berdasarkan 17 program tersebut, sebagai seorang peserta didik apa kontribusi yang dapat	Terdapat 17 program pembangunan berkelanjutan, adapun kontribusi yang peserta didik dapat berikan yakni: 1) Prinsip Pendidikan bermutu 2) Energi bersih dan terjangkau 3) Menjaga ekosistem darat 4) Menjaga ekosistem laut

			minimal lima kontribusi yang dapat dilakukan untuk mendukung program tersebut.		diberikan untuk mendukung program tersebut? sebutkan minimal 5!	Industri, Inovasi, dan Infrastruktur.
5.	Interpretasi, penjelasan, dan evaluasi.	Peserta didik dapat mengevaluasi dampak negatif penggunaan energi fosil terhadap lingkungan dan keberlanjutan, serta dapat mengusulkan solusi alternatif yang sesuai dengan prinsip kimia hijau untuk mengatasi permasalahan energi fosil.	Disajikan sebuah permasalahan mengenai listrik yang bersumber dari energi fosil ditinjau dari prinsip kimia hijau, kemudian peserta didik diminta untuk menganalisis kekurangannya serta menyusun solusi yang dapat diterapkan untuk mengatasi permasalahan tersebut.	C5 (Mengevaluasi)	Jika ditinjau dari prinsip kimia hijau, listrik yang bersumber dari energi fosil memiliki beberapa kekurangan. Sebutkan dan jelaskan 3 kekurangan listrik dari energi fosil serta sebutkan solusi yang dapat diberikan guna mengatasi masalah tersebut!	<ul style="list-style-type: none"> • Kekurangan listrik energi fosil: <ol style="list-style-type: none"> 1) Persediaannya terbatas, karena fosil adalah salah satu energi yang tak terbarukan sehingga berjalannya waktu akan semakin berkurang. 2) Menyebabkan pencemaran lingkungan, karena proses pembakaran pada pembangkit listrik memperburuk kualitas udara. 3) Global warming, karena hasil pembakaran dapat mencemari udara dan menyebabkan suhu bumi menjadi panas. • Solusi yang dapat diberikan yakni Hemat listrik dan memanfaatkan energi ramah lingkungan seperti pembangkit listrik tenaga surya, angin, air, dll.

6.	Interpretasi, analisis, penjelasan, dan inferensi.	Peserta didik dapat menjelaskan konsep nanoteknologi serta perannya dalam mendukung prinsip kimia hijau.	Disajikan informasi mengenai nanoteknologi sebagai bagian dari kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan, kemudian peserta diminta untuk menganalisisnya serta memberikan contoh penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.	C5 (Mengevaluasi)	Salah satu usaha untuk menciptakan kimia hijau dalam program pembangunan berkelanjutan adalah nanoteknologi. Nanoteknologi adalah teknologi yang dikembangkan dalam skala nano yang berukuran 10^{-9} meter. Dalam pemanfaatannya nanoteknologi digunakan dalam membuat produk ramah lingkungan. Mengapa nanoteknologi dapat diterapkan guna mendukung program pembangunan berkelanjutan pada tahun 2030? Sebutkan dan jelaskan aplikasi nanoteknologi dalam kehidupan sehari-hari?	<ul style="list-style-type: none"> • Karena nanoteknologi memiliki potensi besar dalam berbagai bidang yang relevan dengan tujuan pembangunan berkelanjutan. • Beberapa aplikasi nanoteknologi dalam kehidupan sehari-hari: <ol style="list-style-type: none"> 1) Nanomaterial yang digunakan dalam filter air yang efektif untuk menghilangkan kontaminan dan meningkatkan akses terhadap air bersih. 2) Pembuatan nanotube dalam bidang pertanian untuk mempercepat pertumbuhan pada bibit. 3) Alat diagnostik berbasis nanoteknologi yang dapat mendeteksi penyakit lebih awal dan lebih cepat dalam proses penanganan.
7.	Interpretasi, analisis, dan penjelasan sederhana.	Peserta didik dapat menjelaskan konsep pencemaran udara dan hujan asam serta proses terbentuknya.	Disajikan sebuah pernyataan mengenai dampak negatif pencemaran udara yang menyebabkan hujan asam, kemudian	C4 (Menganalisis)	Salah satu dampak negatif yang ditimbulkan dari pencemaran udara adalah hujan asam. Endapan asam dapat memberikan pengaruh pada tanah, air, dan berbagai makhluk hidup, sehingga komponen biotik dalam	<p>Terdapat beberapa faktor terjadinya hujan asam yaitu pencemaran udara yang disebabkan oleh aktivitas manusia maupun alam. Diantaranya,yaitu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aktivitas vulkanik dari gunung berapi.

			peserta didik diminta untuk menganalisis faktor penyebab terjadinya hujan asam.		lingkungan tanah dan air akan terganggu. Dari pernyataan tersebut. Faktor apa sajakah yang dapat menyebabkan terjadinya hujan asam?	<ul style="list-style-type: none"> Asap pabrik Penggunaan kendaraan bermotor Pembakaran minyak bumi Peleburan logam
8.	Analisis, inferensi, dan penjelasan.	Peserta didik dapat menyetarakan persamaan reaksi kimia dan dapat mengevaluasi manfaat reaksi tersebut dalam kehidupan sehari-hari serta menjelaskan alasannya.	Disajikan sebuah reaksi kimia yang belum setara, kemudian peserta didik diminta untuk menyetarakannya, mengidentifikasi jenis reaksi, serta menjelaskan manfaat reaksi tersebut dalam kehidupan sehari-hari.	C4 (Menganalisis)	<p>Setarkan reaksi di bawah ini!</p> $\text{CO}_2 \text{ (g)} + \text{H}_2\text{O} \text{ (l)} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \text{ (s)} + \text{O}_2 \text{ (g)}$ <p>a. Identifikasi reaksi tersebut adalah reaksi apa?</p> <p>b. Dari reaksi tersebut, apa manfaat yang didapat dalam kehidupan sehari-hari? Berikan alasannya?</p>	$6\text{CO}_2 \text{ (g)} + 6\text{H}_2\text{O} \text{ (l)} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \text{ (s)} + 6\text{O}_2 \text{ (g)}$ <p>a. Reaksi fotosintesis.</p> <p>b. Hasil reaksi fotosintesis tersebut adalah glukosa dan gas oksigen, yang mana bermanfaat untuk pemenuhan sumber energi dan bernapas bagi makhluk hidup.</p>
9.	Interpretasi, analisis, dan penjelasan.	Peserta didik dapat menjelaskan konsep pencemaran air dan faktor-faktor penyebabnya.	Disajikan sebuah permasalahan mengenai pencemaran udara akibat limbah pemukiman di aliran sungai, kemudian peserta diminta untuk menganalisis dampak yang terjadi jika sampah terus dibuang ke sungai.	C4 (Menganalisis)	Limbah pemukiman pada aliran sungai menjadi salah satu penyebab utama pencemaran air yang paling terlihat pada masyarakat di Indonesia. Akan terjadi dampak yang lebih besar apabila permasalahan tersebut tidak segera diatasi. Analisislah dampak membuang sampah ke sungai dengan pencemaran air!	<p>Dampak yang ditimbulkan:</p> <ol style="list-style-type: none"> Dampak bagi lingkungan air sungai tersumbat dan tergenang dapat menimbulkan banjir. Organisme yang hidup di sungai akan mati. Dampak bagi manusia, sampah yang tertimbun dan tergenang di air sungai dapat menimbulkan bau busuk, menimbulkan gangguan kesehatan dan kualitas air menurun.

10.	Interpretasi, analisis, penjelasan, dan inferensi.	Peserta didik dapat mengidentifikasi dan menganalisis tiga dampak negatif penggunaan AC terhadap lingkungan.	Disajikan sebuah permasalahan mengenai dampak negatif penggunaan AC terhadap lingkungan, kemudian peserta diminta untuk menganalisis tiga dampak negatif tersebut serta menghubungkannya dengan konsep pembangunan berkelanjutan.	C4 (Menganalisis)	Alat pendingin ruangan yang saat ini banyak dipakai oleh masyarakat adalah AC (<i>Air Conditioner</i>). Namun, AC ini memiliki dampak negatif bagi lingkungan. Jelaskan 3 dampak negatif dari pemakaian AC? Dan mengapa penggunaan AC tidak mendukung program pembangunan berkelanjutan pada tahun 2030?	<ul style="list-style-type: none"> • Dampak negatif pemakaian AC, yaitu: <ol style="list-style-type: none"> 1) Meningkatnya emisi gas rumah kaca. AC berpotensi merusak lapisan ozon karena penggunaan refrigeran CFC dimana bahan tersebut memiliki potensi besar dalam pemanasan global. 2) Penggunaan AC memerlukan energi yang besar. Untuk mengoperasikan AC dibutuhkan energi listrik yang dihasilkan dari bahan bakar fosil, yang mana berkontribusi pada perubahan iklim. 3) Dalam produksinya, AC melibatkan penggunaan bahan-bahan yang tidak ramah lingkungan. Sehingga hal tersebut berkontribusi pada pencemaran lingkungan selama pembuangannya. • Karena dampak yang ditimbulkan dari pemakaian AC dapat merusak lingkungan salah satunya yakni perubahan iklim dan
-----	--	--	---	----------------------	--	--

						ekosistem darat. Sehingga hal tersebut tidak mendukung adanya program pembangunan berkelanjutan.
11.	Interpretasi, evaluasi dan penjelasan sederhana.	Peserta didik dapat menjelaskan kandungan bahan kimia dalam parfum yang berpotensi mencemari udara.	Disajikan sebuah fenomena mengenai penggunaan parfum dalam kehidupan sehari-hari, kemudian peserta didik diminta untuk menganalisis kandungan kimia dalam parfum dan dampaknya terhadap lingkungan udara.	C4 (Menganalisis)	Dalam kegiatan sehari-hari, kita pasti menggunakan parfume sebelum mulai beraktivitas. Parfume sendiri mengandung bahan kimia yang menjadi salah satu penyebab dari polusi udara. Mengapa penggunaan parfum dapat memberikan pengaruh buruk bagi lingkungan udara?	Karena dalam parfume sendiri mengandung beberapa bahan kimia yang dapat bereaksi di bawah sinar matahari dan menghasilkan ozon troposferik yang merupakan komponen utama polutan udara yang berbahaya bagi kesehatan manusia.
12.	Interpretasi, penjelasan, dan analisis.	Peserta didik dapat menganalisis manfaat dari contoh produk ramah lingkungan dalam mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya.	Disajikan sebuah pernyataan mengenai perkembangan inovasi produk ramah lingkungan dalam mendukung pembangunan berkelanjutan, kemudian peserta diminta untuk menjelaskan tiga contoh produk ramah lingkungan yang banyak dikembangkan saat ini.	C4 (Menganalisis)	Inovasi produk ramah lingkungan saat ini mulai berkembang guna mengurangi penggunaan bahan kimia. Hal ini guna mendukung program pembangunan berkelanjutan pada tahun 2030. Jelaskan 3 contoh produk ramah lingkungan yang saat ini banyak dikembangkan!	Produk ramah lingkungan: 1) Sedotan <i>Reusable</i> Banyak dari kita sudah menggunakan sedotan dari <i>stainless steel</i> atau bamboo, dimana bisa digunakan berulang kali sehingga bisa mengurangi limbah sampah plastik. 2) Mobil dan Motor Listrik Penggunaan inovasi ini dapat mengurangi penggunaan bahan bakar fosil yang semakin menipis serta mengurangi polusi udara akibat pembakaran bahan bakar pada mesin bermotor.

						3) Cat Ramah Lingkungan Saat ini banyak cat yang menggunakan pelarut yang aman yakni VOC (Volatile Organic Compounds) dimana salah satu bahan kimia yang mudah menguap dan bersifat karsinogenik.
13.	Interpretasi, evaluasi, dan penjelasan.	Peserta didik dapat mengevaluasi berbagai solusi yang dapat dilakukan untuk mengurangi efek rumah kaca.	Disajikan sebuah pernyataan mengenai efek rumah kaca dan dampaknya terhadap peningkatan suhu bumi, kemudian peserta didik diminta untuk menganalisis dan menjelaskan solusi yang paling tepat untuk menguranginya.	C5 (Mengevaluasi)	Tertahannya panas matahari di lapisan atmosfer bumi karena gas-gas rumah kaca merupakan peristiwa efek rumah kaca. Hal ini dapat terjadi secara alami maupun buatan akibat dari masalah pencemaran lingkungan. Dampak dari peristiwa ini dapat meningkatkan suhu permukaan bumi. Dari wacana tersebut, solusi apa yang paling tepat dilakukan untuk mengurangi terjadinya efek rumah kaca? Jelaskan!	<p>Solusi yang dapat dilakukan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Melakukan penghijauan dan reboisasi serta membuat jalur hijau di kota-kota besar. Hal ini bertujuan agar semakin banyak pepohonan maupun tumbuhan maka semakin sedikit kadar CO₂ yang terdapat di udara, karena untuk proses fotosintesis. 2) Melakukan pengawasan ketat terhadap hutan yang rawan terbakar dan melarang warga membakar semak belukar di sekitar hutan dalam membuka lahan pertanian. Hal tersebut bertujuan untuk mengurangi adanya gas-gas rumah kaca seperti CO₂. 3) Memasang penyaring udara pada cerobong asap asap pabrik. Hal tersebut bertujuan untuk menyaring partikel-

						partikel yang bercampur asap agar tidak terbebas ke udara.
14.	Interpretasi, penjelasan, evaluasi dan inferensi.	Peserta didik dapat mengidentifikasi dan menjelaskan empat kegiatan sehari-hari yang efektif dalam menanggulangi kenaikan suhu global dan perubahan iklim.	Disajikan informasi mengenai kenaikan suhu di Indonesia yang menyebabkan perubahan iklim, kemudian peserta didik diminta untuk menjelaskan empat kegiatan sehari-hari yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampaknya.	C5 (Mengevaluasi)	Pada April 2024, BMKG melaporkan bahwa di Indonesia mengalami kenaikan suhu yang mencapai $1,61^{\circ}\text{C}$ lebih panas daripada periode sebelumnya. Akibat dari kenaikan suhu tersebut menyebabkan perubahan iklim yang mengubah pola cuaca di seluruh dunia seperti musim kemarau berkepanjangan sehingga menyebabkan kekeringan. Dari pernyataan tersebut, jelaskan 4 kegiatan sehari-hari yang dapat dilakukan untuk menanggulangi permasalahan tersebut!	<ol style="list-style-type: none"> 1) Mengurangi penggunaan AC dan Kulkas. AC dan Kulkas merupakan alat pendingin dimana didalamnya terdapat zat pendingin yaitu CFC. Hal tersebut memicu terjadinya pemanasan global dan berujung pada perubahan iklim yang ekstrim. 2) Tidak menimbun sampah. Karena dapat menimbulkan gas metana yang menjadi salah satu penyebab terjadinya perubahan iklim. 3) Penghijauan. Karena dengan adanya proses fotosintesis dapat membantu mengurangi jumlah karbondioksida sehingga dapat mengatasi pemanasan global. 4) Mengurangi pemakaian kendaraan bermotor. Karena hasil pembakaran dari bahan bakar mesin kendaraan dapat menyebabkan pemanasan global.
15.	Analisis dan evaluasi.	Peserta didik dapat mengidentifikasi jenis dan dampak	Disajikan reaksi pembakaran hidrokarbon dengan	C4 (Menganalisis)	Perhatikan reaksi pembakaran berikut!	<ol style="list-style-type: none"> a. Pembakaran tidak sempurna. Karena menghasilkan gas CO dan

		<p>reaksi pembakaran berdasarkan produk hasil reaksinya serta dapat mengusulkan solusi untuk mengurangi dampak negatif dari pembakaran tersebut.</p> <p>oksidgen yang menghasilkan karbon ©, karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO_2), dan uap air (H_2O), kemudian peserta didik diminta untuk mengidentifikasi jenis pembakaran, menjelaskan dampaknya terhadap lingkungan, serta memberikan solusi untuk mengatasinya.</p>		$\text{CxHy} + \text{O}_2 \rightarrow \text{C}_{(s)} + \text{CO}_{(g)} + \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)}$ <p>a. Dari reaksi tersebut, termasuk dalam pembakaran sempurna atau tidak sempurna? Berikan alasannya!</p> <p>b. Sebutkan dampak negatif dari pembakaran tersebut bagi lingkungan!</p> <p>c. Sebutkan solusi untuk mengatasinya!</p>	<p>uap air, hal ini terjadi karena kekurangan oksigen.</p> <p>b. Dampak negatif yang ditimbulkan bagi lingkungan yakni:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Mengakibatkan gangguan pernafasan dan meningkatnya suhu bumi. 2) Menimbulkan iritasi dan hujan asam yang bersifat korosif. 3) Partikel karbon hitam dari pembakaran tidak sempurna merupakan kontributor terhadap pemanasan global. <p>c. Cara mengatasinya:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Melakukan reboisasi 2) Mengurangi penggunaan kendaraan pribadi 3) Menggunakan bahan bakar yang ramah lingkungan
--	--	---	--	--	--

RUBRIK PENSKORAN INSTRUMEN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS

No	Aspek yang Dinilai	Deskripsi Penilaian	Skor	Keterangan
1	Interpretasi, Analisis, Pengaturan Diri	Menilai kemampuan mengemukakan pendapat terkait reaksi kimia berbahaya dan menyebutkan reaksi yang bermanfaat.	0	Tidak menjawab
			1	Jawaban tidak relevan
			2	Mengemukakan pendapat tanpa alasan
			3	Pendapat + alasan logis
			4	Ditambah 1 contoh reaksi bermanfaat
			5	Ditambah 3 contoh + alasan dan relevansi
2	Interpretasi, Evaluasi, Penjelasan	Menilai kemampuan menjelaskan program pembangunan berkelanjutan terkait pengelolaan sampah.	0	Tidak menjawab
			1	Jawaban tidak sesuai konteks
			2	Menyebutkan program saja
			3	Program + alasan logis
			4	Program + penjelasan
			5	Program + penjelasan + contoh kegiatan
3	Interpretasi, Penjelasan, Evaluasi	Menilai solusi berbasis kimia hijau dalam limbah beracun industri.	0	Tidak menjawab
			1	Jawaban tidak relevan
			2	Jawaban tanpa penjelasan
			3	Jawaban + pendekatan kimia

				hijau
4	Interpretasi, Analisis, Pengaturan Diri	Menilai kontribusi peserta didik terhadap pembangunan berkelanjutan.	4	Penjelasan pendekatan saja
			5	Penjelasan + implementasi/solusi
			0	Tidak menjawab
			1	Jawaban tidak relevan
			2	2 kontribusi disebutkan
			3	3 kontribusi
			4	4 kontribusi
			5	≥ 5 kontribusi dari 17 SDGs
5	Interpretasi, Penjelasan, Evaluasi	Menilai dampak negatif energi fosil dan alternatifnya.	0	Tidak menjawab
			1	Jawaban tidak relevan
			2	1 kekurangan
			3	2 kekurangan + solusi
			4	3 kekurangan + solusi sederhana
			5	3 kekurangan + solusi logis dan kontekstual
6	Interpretasi, Analisis, Inferensi	Menilai konsep nanoteknologi dan aplikasinya dalam kimia hijau.	0	Tidak menjawab
			1	Jawaban tidak relevan
			2	Penjelasan tanpa contoh
			3	Penjelasan + 1 aplikasi
			4	Penjelasan + 2 aplikasi
			5	Penjelasan + 3 aplikasi dan fungsinya

7	Interpretasi, Analisis, Penjelasan	Menilai faktor penyebab hujan asam.	0	Tidak menjawab
			1	Jawaban tidak sesuai
			2	Menyebutkan 2 faktor
			3	Menyebutkan 3 faktor
			4	Menyebutkan 4 faktor
			5	Menyebutkan ≥ 5 faktor penyebab
8	Analisis, Inferensi, Penjelasan	Menyetarakan reaksi kimia dan menjelaskan manfaatnya.	0	Tidak menjawab
			1	Jawaban salah
			2	Menyetarakan reaksi
			3	Setara + jenis reaksi
			4	Tambah manfaat reaksi
			5	Tambah alasan/logika manfaat
9	Interpretasi, Analisis, Penjelasan	Menilai dampak pencemaran air akibat limbah pemukiman.	0	Tidak menjawab
			1	Jawaban tidak relevan
			2	Menyebutkan dampak tanpa penjelasan
			3	1 dampak + penjelasan
			4	2 dampak + penjelasan
			5	2 dampak + contoh nyata
10	Interpretasi, Analisis, Penjelasan	Menilai dampak AC terhadap lingkungan dan keberlanjutan.	0	Tidak menjawab
			1	Jawaban tidak relevan
			2	1 dampak dijelaskan

			3	2 dampak dijelaskan
			4	3 dampak dijelaskan
			5	Tambahan alasan tidak mendukung SDGs
11	Interpretasi, Evaluasi, Penjelasan	Menjelaskan kandungan bahan kimia parfum dan dampaknya.	0	Tidak menjawab
			1	Jawaban salah
			2	Salah + ada penjelasan
			3	Benar tanpa penjelasan
			4	Benar + penjelasan
			5	Benar + penjelasan + contoh
12	Interpretasi, Penjelasan, Analisis	Menjelaskan manfaat produk ramah lingkungan.	0	Tidak menjawab
			1	Jawaban salah
			2	Contoh tanpa penjelasan
			3	1 contoh + penjelasan
			4	2 contoh + penjelasan
			5	3 contoh + penjelasan mendalam
13	Interpretasi, Evaluasi, Penjelasan	Menilai solusi mengurangi efek rumah kaca.	0	Tidak menjawab
			1	Jawaban tidak relevan
			2	Solusi tanpa penjelasan
			3	1 solusi + penjelasan
			4	2 solusi + penjelasan
			5	3 solusi + penjelasan ilmiah
14	Interpretasi,	Menjelaskan aktivitas harian	0	Tidak menjawab

	Penjelasan, Inferensi	mengatasi perubahan iklim.	1	Jawaban tidak relevan
			2	1 aktivitas + penjelasan
			3	2 aktivitas + penjelasan
			4	3 aktivitas + penjelasan
			5	≥ 4 aktivitas + penjelasan kontekstual
15	Analisis, Evaluasi		0	Tidak menjawab
			1	Jawaban salah
			2	Jenis pembakaran saja
			3	Jenis + dampak tanpa penjelasan
			4	Dampak + penjelasan
			5	Dampak + solusi logis dan aplikatif

LEMBAR VALIDASI INTRUMEN TES KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS

Judul Penelitian : Efektivitas Model Challenge Based Learning Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Sikap Ilmiah pada Materi Kimia Hijau

Peneliti : Siti Khumairoh

Nama Validator :

Tanggal :

A. Pengantar

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian Bapak/Ibu terhadap instrumen penilaian yang dikembangkan. Saya ucapkan terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu telah menjadi validator.

B. Petunjuk

1. Bapak/Ibu diharapkan dapat memberikan penilaian pada setiap butir soal
2. Bapak/Ibu diharapkan dapat memberikan nilai pada kolom setiap soal
3. Kriteria skor kelayakan penilaian tiap butir soal sebagai berikut

Skor Kelayakan	Keterangan
4	Layak digunakan di lapangan tanpa revisi
3	Layak digunakan di lapangan dengan sedikit revisi
2	Layak digunakan di lapangan dengan banyak revisi
1	Tidak layak digunakan di lapangan

C. Penilaian

D. Komentar Umum dan Saran

.....
.....

E. Keputusan

Berdasarkan penilaian yang telah dilakukan, instrumen penilaian ini dinyatakan: secara umum instrumen ini sudah valid digunakan untuk uji coba dan penelitian.

Semarang, 1 Maret 2025

Dosen Pembimbing

.....

Lampiran 6 Daftar Nama & Nilai Uji Coba Instrumen

No	Nama	Nilai	Kode	Kelas
1	Abirama Gineung Pratidana	44,7	UC-01	XI-5
2	Aisha Putri Kirania Artanti	53,3	UC-02	XI-5
3	Althafia Aufa Azzahra	60	UC-03	XI-5
4	Argita Sekar Larasati	68,7	UC-04	XI-5
5	Arina Ghinal Husna	48	UC-05	XI-5
6	Arina Lathifa	66,7	UC-06	XI-5
7	Asma` Hanin `Azzah	36	UC-07	XI-5
8	Wildan Dzaky Fawwaz	35,3	UC-08	XI-5
9	Azkiya Fiqhan Mahira	70	UC-09	XI-5
10	Azrililia Nailil Muna	63,3	UC-10	XI-5
11	Beniqa Cahaya Astika	68	UC-11	XI-5
12	Cahaya Arumsari	62,7	UC-12	XI-5
13	Dian Affani	65,3	UC-13	XI-5
14	Diva Azzahra Khoirun Nisa	50,7	UC-14	XI-5
15	Falisha Azka Khairina	64	UC-15	XI-5
16	Farida Mazaya Haya	52	UC-16	XI-5
17	Gadis Arifia	34,7	UC-17	XI-5
18	Hanna Hayatun Nufus	64	UC-18	XI-5
19	Lintang Ayu Ramadhani	48	UC-19	XI-5
20	Naila Ayuningtyas	45,3	UC-20	XI-5
21	Naila Rosyada Fauziyah	61,3	UC-21	XI-5
22	Nasla Niswatal Qonita	69,3	UC-22	XI-5
23	Nasywa Alya Fauziah	46	UC-23	XI-5
24	Naura Rajwa Jati	50,7	UC-24	XI-5
25	Naya Narinirwasita	45,3	UC-25	XI-5
26	Nihla Radista Putri Hazima	49,3	UC-26	XI-5
27	Novi Farikhatul Umayah	40,7	UC-27	XI-5
28	Zidni Syarifa	52	UC-28	XI-5
29	Pasha Khalifatuz Zahwa	49,3	UC-29	XI-5
30	Rikza Aulia	42,7	UC-30	XI-5
31	Salsabila Adelia Perwitasari	58,7	UC-31	XI-5
32	Shindyka Berlian Ratu Balqis	65,3	UC-32	XI-5
33	Sirli Ummuri Rahmaniya	48	UC-33	XI-5
34	Syakya Juwita Sari	76	UC-34	XI-5

Lampiran 7 Hasil Uji Coba Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Kritis

Kode	Nomor Item															Jumlah	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
UC-01	5	2	5	4	4	5	2	4	3	5	2	2	2	5	2	2	
UC-02	5	5	5	4	3	5	5	0	3	3	3	2	2	3	4	52	
UC-03	4	2	3	3	4	5	2	4	4	4	5	3	2	5	3	51	
UC-04	4	4	4	2	3	4	5	2	4	2	2	2	2	2	5	49	
UC-05	5	3	5	5	5	5	2	4	2	2	2	2	2	2	5	50	
UC-06	5	4	3	4	4	5	2	2	2	2	2	2	2	2	5	49	
UC-07	5	4	4	3	5	5	5	4	4	2	3	2	3	2	5	49	
UC-08	5	4	4	3	5	5	5	4	4	5	0	0	0	0	0	50	
UC-09	5	4	4	3	5	5	5	4	4	5	0	0	0	0	0	50	
UC-10	5	4	4	4	5	4	2	3	2	3	3	3	3	3	2	47	
UC-11	5	4	4	4	5	4	2	3	2	3	2	2	2	2	2	46	
UC-12	5	3	4	3	4	4	2	4	2	2	2	2	2	3	5	47	
UC-13	5	4	4	4	5	5	5	4	4	5	0	0	0	0	0	49	
UC-14	5	4	4	4	5	5	5	4	4	5	0	0	0	0	0	49	
UC-15	5	3	4	4	4	5	5	5	4	5	0	0	0	0	0	50	
UC-16	5	4	4	4	5	5	5	4	4	5	0	0	0	0	0	49	
UC-17	5	4	4	4	5	5	5	4	4	5	0	0	0	0	0	49	
UC-18	5	3	4	4	4	5	5	4	4	5	0	0	0	0	0	49	
UC-19	5	4	4	4	5	5	5	4	4	5	0	0	0	0	0	49	
UC-20	5	3	4	4	4	5	5	4	4	5	0	0	0	0	0	49	
UC-21	5	4	4	4	5	5	5	4	4	5	0	0	0	0	0	49	
UC-22	5	2	5	4	4	5	5	2	4	2	2	2	2	2	5	46	
UC-23	5	3	4	4	4	5	5	2	4	2	2	2	2	2	5	46	
UC-24	5	4	4	4	5	5	5	2	4	3	2	0	0	0	0	38	
UC-25	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	0	0	0	0	0	38	
UC-26	5	2	4	3	4	4	5	2	4	2	2	2	2	2	3	41	
UC-27	5	3	4	4	5	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	41	
UC-28	5	5	5	4	4	5	5	2	4	2	2	2	2	2	5	46	
UC-29	5	3	4	4	4	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-30	5	3	4	4	4	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-31	5	4	4	4	5	5	5	2	4	3	2	0	0	0	0	36	
UC-32	5	3	4	4	4	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-33	5	4	4	4	5	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-34	5	3	4	4	4	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-35	5	4	4	4	5	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-36	5	3	4	4	4	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-37	5	4	4	4	5	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-38	5	3	4	4	4	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-39	5	4	4	4	5	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-40	5	3	4	4	4	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-41	5	4	4	4	5	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-42	5	3	4	4	4	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-43	5	4	4	4	5	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-44	5	3	4	4	4	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-45	5	4	4	4	5	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-46	5	3	4	4	4	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-47	5	4	4	4	5	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-48	5	3	4	4	4	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-49	5	4	4	4	5	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-50	5	3	4	4	4	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-51	5	4	4	4	5	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-52	5	3	4	4	4	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-53	5	4	4	4	5	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-54	5	3	4	4	4	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-55	5	4	4	4	5	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-56	5	3	4	4	4	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-57	5	4	4	4	5	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-58	5	3	4	4	4	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-59	5	4	4	4	5	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-60	5	3	4	4	4	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-61	5	4	4	4	5	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-62	5	3	4	4	4	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-63	5	4	4	4	5	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-64	5	3	4	4	4	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-65	5	4	4	4	5	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-66	5	3	4	4	4	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-67	5	4	4	4	5	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-68	5	3	4	4	4	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-69	5	4	4	4	5	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-70	5	3	4	4	4	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-71	5	4	4	4	5	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-72	5	3	4	4	4	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-73	5	4	4	4	5	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-74	5	3	4	4	4	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-75	5	4	4	4	5	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-76	5	3	4	4	4	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-77	5	4	4	4	5	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-78	5	3	4	4	4	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-79	5	4	4	4	5	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-80	5	3	4	4	4	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-81	5	4	4	4	5	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-82	5	3	4	4	4	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-83	5	4	4	4	5	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-84	5	3	4	4	4	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-85	5	4	4	4	5	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-86	5	3	4	4	4	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-87	5	4	4	4	5	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-88	5	3	4	4	4	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-89	5	4	4	4	5	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-90	5	3	4	4	4	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-91	5	4	4	4	5	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-92	5	3	4	4	4	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-93	5	4	4	4	5	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-94	5	3	4	4	4	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-95	5	4	4	4	5	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-96	5	3	4	4	4	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
UC-97	5	4	4	4	5	5	5	2	4	2	2	2	2	2	3	40	
Jumlah	51	28	38	33	38	33	25	22	23	10	6	6	6	6	0	355	
Rata-rata	4.636363636	2.545454545	3.454545455	3	3.272727273	3.454545455	3	2.72727273	2	2.0909090901	0.545454545	0.545454545	0	2.454545455	4.363636364	2.272727273	556
Daya Batita Kalsitrogen	0.036363636	0.145454545	0.163636363	0.122727273	0.100000001	0.181818188	0	0.272727272	0.163636363	0.300000001	0.256545454	0.2900000005	0.381818181	0.763636365	0.454545454	0	355

Lampiran 8 Instrumen Angket Sikap Ilmiah**LEMBAR ANGKET SIKAP ILMIAH PESERTA DIDIK**

Nama : _____

Materi : _____

Kelas : _____

Pertemuan ke : _____

Hari/Tanggal : _____

Petunjuk penilaian : _____

1. Silahkan tulis nama, kelas, dan nomor absen pada tempat yang telah disediakan.
2. Bacalah setiap pernyataan pada instrumen dengan cermat.
3. Berikan pada setiap pernyataan, mana yang paling sesuai dengan kondisi di kelas selama pembelajaran kimia hijau.
4. Satu pernyataan hanya untuk satu jawaban.
5. Berilah tanda checklist (✓) pada kolom yang sesuai dengan pilihan anda.
6. Pastikan setiap pernyataan telah terjawab sebelum dikumpulkan.

Keterangan:

1 = Tidak Pernah

2 = Jarang

3 = Sering

4 = Selalu

No	Indikator Sikap Ilmiah	Pernyataan	Skala Sikap			
			1	2	3	4
1.	Berpikir Kritis	Saya mencatat penyampaian materi kimia hijau.				
2.	Rasa Ingin Tahu	Saya menyampaikan pertanyaan yang berkaitan dengan materi kimia hijau yang telah disampaikan oleh pendidik.				
3.	Negatif	Saya melakukan kegiatan lain seperti menggambar, mengobrol atau mengerjakan tugas lain ketika pendidik menyampaikan materi kimia hijau.				
4.	Peka Terhadap Lingkungan	Saya mengaitkan permasalahan pada kehidupan sehari-hari dengan materi kimia hijau.				
5.	Rasa Ingin Tahu	Saya mencari tahu permasalahan yang terdapat pada LKPD yang diberikan oleh pendidik.				
6.	Rasa Ingin Tahu	Saya menguji kebenaran dari permasalahan yang terdapat pada LKPD dengan melakukan kegiatan yang telah diarahkan.				
7.	Peka terhadap Lingkungan	Saya menjadikan lingkungan sekitar sebagai objek penyelidikan pada				

		permasalahan yang terdapat pada LKPD.			
8.	Rasa Ingin Tahu	Saya mencari banyak informasi dari pendidik, internet, buku, maupun literature lain mengenai permasalahan yang terdapat pada LKPD.			
9.	Negatif	Saya setuju dengan pendapat orang lain tanpa melakukan identifikasi lebih lanjut untuk memecahkan suatu masalah.			
10.	Negatif	Saya hanya mendengarkan dan tidak mencatat materi kimia hijau yang telah disampaikan oleh pendidik.			
11.	Respect terhadap Data/Fakta	Saya melakukan pengecekan ulang hal-hal yang telah dicari tahu mengenai permasalahan yang ada pada LKPD.			
12.	Rasa Ingin Tahu	Saya memecahkan masalah dengan melakukan identifikasi daripada diberi tahu jawabannya.			
13.	Respect terhadap Data/Fakta	Saya memberikan kesimpulan hasil pemecahan masalah berdasarkan data/bukti dari kegiatan mencari solusi.			
14.	Respect terhadap	Saya menguji kebenaran dari suatu			

	Data/Fakta	permasalahan dengan melakukan kegiatan identifikasi.			
15.	Berpikiran Terbuka dan Kerja sama	Saya mempertimbangkan pendapat orang lain yang sesuai dengan data/bukti dari hasil pemecahan masalah.			
16.	Berpikiran Terbuka dan Kerja sama	Saya menyadari jika pendapat saya bisa berubah setelah mencari tahu permasalahan yang ada pada LKPD dan melakukan pemecahan masalah.			
17.	Berpikiran Terbuka dan Kerja sama	Saya mendiskusikan solusi alternatif yang telah dibuat untuk meningkatkan kerjasama kelompok.			
18.	Negatif	Saya menyelesaikan permasalahan secara individu tanpa mempertimbangkan dengan teman kelompok.			
19.	Negatif	Saya langsung mengumpulkan LKPD yang berisi permasalahan yang telah dipelajari tanpa memeriksa kebenarannya.			
20.	Bepikir Kritis	Saya melakukan perbaikan jika terdapat kesalahan pada proses pemecahan masalah.			

LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN SIKAP ILMIAH

Mata Pelajaran : Kimia
 Materi : Kimia Hijau
 Kelas : X (Sepuluh)
 Peneliti : Siti Khumairoh
 Nama Validator :
 Hari/Tanggal :

A. Pengantar

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian Bapak/Ibu terhadap instrumen penilaian yang dikembangkan. Saya ucapkan terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu telah menjadi validator.

B. Petunjuk

Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan skor pada setiap pernyataan dengan memberikan tanda *checklist* (✓) pada kolom sesuai dengan rubrik penilaian yang terlampir. Serta memberikan kritik dan saran perbaikan pada akolom yang telah disediakan.

No	Aspek yang di nilai	1	2	3	4
1.	Petunjuk penggunaan lembar angket dinyatakan dengan jelas.				
2.	Kalimat pernyataan mudah dipahami dan tidak menimbulkan penafsiran ganda.				

3.	Kalimat menggunakan bahasa yang baik dan benar.				
4.	Kesesuaian dengan indikator sikap ilmiah dan materi kimia hijau.				
5.	Pernyataan yang diajukan dapat mengetahui sikap ilmiah yang dimiliki peserta didik.				
6.	Pernyataan layak digunakan untuk menganalisis sikap ilmiah.				

Komentar dan Saran:

.....

.....

.....

Kesimpulan

Setelah melakukan penilaian dan validasi terhadap instrument yang telah dikembangkan, Bapak/Ibu mehon memberikan *checklist*(✓) untuk menandai angka dibawah ini yang sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu.

Semarang, 1 Maret 2025

Dosen Pembimbing

NIP:

RUBRIK VALIDASI INSTRUMEN
LEMBAR ANGKET SIKAP ILMIAH

No	Aspek yang di nilai	Skor	Deskripsi
1.	Petunjuk penggunaan lembar angket dinyatakan dengan jelas.	4	1. Petunjuk penggunaan lembar observasi mudah dibaca dan konsisten dalam formatnya. 2. Petunjuk penggunaan menggunakan bahasa yang sederhana, mudah dipahami, dan tegas. 3. Petunjuk memiliki intruksi yang terstruktur secara langkah demi langkah. 4. Terdapat penjelasan pada istilah-istilah yang digunakan.
			Jika memenuhi 3 point indikator yang disebutkan diatas.
			Jika memenuhi 2 point indikator yang disebutkan diatas.
			Jika memenuhi 1 point indikator yang disebutkan diatas.
2.	Kalimat pernyataan mudah dipahami dan tidak menimbulkan	4	1. Pernyataan disusun dengan bahasa yang jelas,

	penafsiran ganda.		<p>sederhana, dan mudah dimengerti oleh berbagai tingkat pemahaman.</p> <p>2. Tidak adanya istilah atau frase yang dapat memiliki arti ganda atau tafsiran yang berbeda.</p> <p>3. Pernyataan tidak membingungkan atau ambigu.</p> <p>4. Pernyataan memiliki susunan kalimat yang benar.</p>
		3	Jika memenuhi 3 point indikator yang disebutkan diatas.
		2	Jika memenuhi 2 point indikator yang disebutkan diatas.
		1	Jika memenuhi 1 point indikator yang disebutkan diatas.
3.	Kalimat menggunakan bahasa yang baik dan benar.	4	<p>1. Pernyataan memiliki struktur tata bahasa yang tepat, termasuk penggunaan subjek, predikat, dan objek yang jelas.</p> <p>2. Pernyataan tidak menggunakan kata-kata yang berlebihan atau pengulangan yang tidak perlu.</p>

			<p>3. Pernyataan memiliki ejaan dan tanda baca yang sesuai.</p> <p>4. Pernyataan konsisten dalam menggunakan gaya bahasa.</p>
		3	Jika memenuhi 3 point indikator yang disebutkan diatas.
		2	Jika memenuhi 2 point indikator yang disebutkan diatas.
		1	Jika memenuhi 1 point indikator yang disebutkan diatas.
4.	Kesesuaian dengan indikator sikap ilmiah dan materi kimia hijau.	4	<p>1. Pernyataan yang disusun sesuai dengan konteks atau konsep sikap ilmiah.</p> <p>2. Pernyataan dikaitkan dengan materi kimia hijau.</p> <p>3. Pernyataan dapat diukur atau dinilai secara obyektif terkait dengan indikator sikap ilmiah.</p> <p>4. Pernyataan mempertimbangkan situasi atau konteks yang sesuai dengan indikator sikap ilmiah.</p>
		3	Jika memenuhi 3 point indikator yang

			disebutkan diatas.
		2	Jika memenuhi 2 point indikator yang disebutkan diatas.
		1	Jika memenuhi 1 point indikator yang disebutkan diatas.
5.	Pernyataan diajukan dapat mengetahui sikap ilmiah yang dimiliki peserta didik.	4	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pernyataan memiliki kesesuaian dengan kehidupan nyata mengenai sikap ilmiah. 2. Pernyataan dapat memotivasi siswa dalam meningkatkan sikap ilmiah. 3. Pernyataan mendukung nilai-nilai atau tindakan yang mencerminkan sikap ilmiah. 4. Pernyataan mampu menimbulkan sikap ilmiah dan dampaknya terhadap peserta didik.
		3	Jika memenuhi 3 point indikator yang disebutkan diatas.
		2	Jika memenuhi 2 point indikator yang disebutkan diatas.
		1	Jika memenuhi 1 point indikator yang disebutkan diatas.
6.	Pernyataan layak digunakan untuk	4	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pernyataan yang diajukan secara

	menganalisis sikap ilmiah.		<p>langsung berhubungan dengan sikap ilmiah.</p> <p>2. Pernyataan harus memiliki kemampuan untuk mengevaluasi sikap individu peserta didik.</p> <p>3. Pernyataan dapat diukur secara obyektif untuk menilai tingkat sikap ilmiah.</p> <p>4. Pernyataan mendukung tujuan analisis sikap ilmiah yang ingin dicapai.</p>
		3	Jika memenuhi 3 point indikator yang disebutkan diatas.
		2	Jika memenuhi 2 point indikator yang disebutkan diatas.
		1	Jika memenuhi 1 point indikator yang disebutkan diatas.

Keterangan:

4 : Sangat Baik

3 : Baik

2 : Kurang Baik

1 : Tidak Baik

Lampiran 9 Daftar Nama Sampel Penelitian

a. Kelas Eksperimen (X-8) MAN 1 Kota Semarang

No	Kode	Nama	Kelas
1	E-01	Abdul Kholid Kurniawan	X-8
2	E-02	Albar Aulia Rahman	X-8
3	E-03	Alfino Firmansyah Maulana Mariza	X-8
4	E-04	Anisa Apriliani	X-8
5	E-05	Annisa Al Maghfira Hafiza	X-8
6	E-06	Aqilla Aulia Kiara Ardisty	X-8
7	E-07	Yumna Salsabila Ahmad	X-8
8	E-08	Azkiya Maulida	X-8
9	E-09	Bhaktian Putra Perdana	X-8
10	E-10	Farihatul Inayah	X-8
11	E-11	Fawwaz Ariq Hauzan	X-8
12	E-12	Hanif Khoirul Umam	X-8
13	E-13	Jundan Arsy El Hanafi	X-8
14	E-14	Kayla Rahma Qoonita	X-8
15	E-15	Lahfah Kayyisa Al Fazila	X-8
16	E-16	Laila Farcha Zidana Rachailita	X-8
17	E-17	Mawar Ramadhani	X-8
18	E-18	Muhammad Fachri Caesaryanto	X-8
19	E-19	Muhammad Fachry Fatikha Pratama	X-8
20	E-20	Muhammad Johan Musyafa	X-8
21	E-21	Nayla Ahsana Matswaya	X-8
22	E-22	Zida Talita Askana	X-8
23	E-23	Nova Widianingrum	X-8
24	E-24	Putri Shinta	X-8
25	E-25	Ridho Nugroho	X-8
26	E-26	Riko Condro Ponco Saptono	X-8
27	E-27	Sabila Fauzi	X-8
28	E-28	Sakti Maulana Alamsyah	X-8
29	E-29	Salsabila Shafa Afriana	X-8
30	E-30	Sekar Tanjung Agripina	X-8
31	E-31	Sintia Umy Kulsum	X-8
32	E-32	Suci Santika Kiara Dewi	X-8
33	E-33	Ulima Azaria Ardani	X-8
34	E-34	Yasmin Alifatun Nisa	X-8

b. Kelas Kontol (X-12) MAN 1 Kota Semarang

No	Kode	Nama	Kelas
1	K-01	Adiswara	X-12
2	K-02	Ahmad Tsamir Lathif	X-12
3	K-03	Alwaritsus Salwa Ramadhani	X-12
4	K-04	Andaru Anargya Farzana Koesbudiadi	X-12
5	K-05	Andieana Widodo	X-12
6	K-06	Ardya Pramesti Regita Cahyani	X-12
7	K-07	Beryl Azfar Darusman	X-12
8	K-08	Fadhilah Umi Zahra	X-12
9	K-09	Fahri Ni'am	X-12
10	K-10	Wildan Fazrul Dwi Jatmiko	X-12
11	K-11	Ihda Nissa Nurdyani	X-12
12	K-12	Intan Putri Marsono	X-12
13	K-13	Keyshya Yumna Salsabilla	X-12
14	K-14	Kisyah Salasabila Rahmanulya	X-12
15	K-15	Laila Karomatus Saadah	X-12
16	K-16	Miftahul Khoiriyah	X-12
17	K-17	Zuhria Aprilia	X-12
18	K-18	Muhammad Farrel Aqil Stiyawan	X-12
19	K-19	Muhammad Rizqy Putra Irawan	X-12
20	K-20	Muhammad Yusuf Saputra	X-12
21	K-21	Nabila Asfarinda Fii Samara	X-12
22	K-22	Naila Amalia	X-12
23	K-23	Naila Nur Mahardika	X-12
24	K-24	Natasya Almira Candra Dewi	X-12
25	K-25	Nauval Rizky Saputra	X-12
26	K-26	Nayla Muna Al Hikmah	X-12
27	K-27	Nuruttamimi Al Ghufron	X-12
28	K-28	Rahmaidha	X-12
29	K-29	Reika Prajna Azzahra	X-12
30	K-30	Salsabila Nadia Sifa	X-12
31	K-31	Shanza Alesha Ayu Adani Saraswati	X-12
32	K-32	Syifa Ayu Maharani	X-12
33	K-33	Tsani 'Aliya Oktavia	X-12
34	K-34	Vivi Aurella Pratistha	X-12

Lampiran 10 Daftar Hasil Pretest dan Posttest

Kelas Eksperimen			Kelas Kontrol		
Kode	Pretest	Posttest	Kode	Pretest	Posttest
E-01	67.5	75.0	K-01	70.0	72.5
E-02	72.5	77.5	K-02	47.5	52.5
E-03	62.5	70.0	K-03	42.5	67.5
E-04	55.0	82.5	K-04	50.0	70.0
E-05	77.5	90.0	K-05	40.0	70.0
E-06	60.0	80.0	K-06	67.5	77.5
E-07	70.0	95.0	K-07	22.5	67.5
E-08	60.0	75.0	K-08	55.0	60.0
E-09	75.0	95.0	K-09	45.0	72.5
E-10	45.0	70.0	K-10	65.0	80.0
E-11	65.0	75.0	K-11	60.0	70.0
E-12	65.0	75.0	K-12	45.0	75.0
E-13	80.0	85.0	K-13	67.5	80.0
E-14	82.5	87.5	K-14	65.0	65.0
E-15	62.5	80.0	K-15	55.0	65.0
E-16	62.5	77.5	K-16	60.0	67.5
E-17	55.0	70.0	K-17	45.0	65.0
E-18	57.5	70.0	K-18	47.5	57.5
E-19	65.0	97.5	K-19	50.0	70.0
E-20	67.5	87.5	K-20	55.0	77.5
E-21	70.0	82.5	K-21	50.0	77.5
E-22	57.5	70.0	K-22	52.5	60.0
E-23	55.0	62.5	K-23	35.0	65.0
E-24	57.5	70.0	K-24	40.0	52.5
E-25	65.0	95.0	K-25	45.0	65.0
E-26	57.5	70.0	K-26	50.0	72.5
E-27	65.0	90.0	K-27	57.5	77.5
E-28	65.0	70.0	K-28	67.5	72.5
E-29	72.5	80.0	K-29	42.5	62.5
E-30	70.0	80.0	K-30	45.0	75.0
E-31	65.0	82.5	K-31	60.0	77.5
E-32	57.5	70.0	K-32	32.5	67.5
E-33	62.5	77.5	K-33	45.0	65.0
E-34	67.5	80.0	K-34	67.5	77.5

Lampiran 11 Hasil Uji Normalitas & Homogenitas

a. Keterampilan Berpikir Kritis

Tests of Normality

Kelas		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil	Pretest Kelas Kontrol	.105	34	.200*	.961	34	.265
	Posttest Kelas Kontrol	.111	34	.200*	.946	34	.095
	Pretest Kelas Eksperimen	.125	34	.199	.974	34	.580
	Posttest Kelas Eksperimen	.144	34	.072	.938	34	.054

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variance

	Hasil		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Hasil		Based on Mean	1.236	1	66	.270
		Based on Median	1.290	1	66	.260
		Based on Median and with adjusted df	1.290	1	64.247	.260
		Based on trimmed mean	1.263	1	66	.265

b. Sikap Ilmian

Tests of Normality

Kelas		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil	Pretest Sikap Kontrol	.084	34	.200*	.984	34	.881
	Posttest Sikap Kontrol	.087	34	.200*	.977	34	.669
	Pretest Sikap Eksperimen	.105	34	.200*	.963	34	.305
	Posttest Sikap Eksperimen	.191	34	.003	.946	34	.092

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

	Hasil		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Hasil		Based on Mean	2.179	3	132	.094
		Based on Median	2.159	3	132	.096
		Based on Median and with adjusted df	2.159	3	117.520	.097
		Based on trimmed mean	2.261	3	132	.084

Lampiran 12 Hasil Uji Hipotesis

a. Keterampilan Berpikir Kritis

Independent Samples Test								
		Levene's Test for Equality of Variances		t-Test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
Hasil	Equal variances assumed	1.236	.270	-5.107	66	.000	-10.1471	1.9871
	Equal variances not assumed			-5.107	63.613	.000	-10.1471	1.9871
							95% Confidence Interval of the Difference	
							Lower	Upper
							-14.1144	-6.1798
							-14.1171	-6.1770

Group Statistics

Kelas		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Hasil	Posttest Kelas Kontrol	34	69.118	7.3568	1.2617
	Posttest Kelas Eksperimen	34	79.265	8.9512	1.5351

b. Sikap Ilmiah

Independent Samples Test								
		Levene's Test for Equality of Variances		t-Test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
Hasil	Equal variances assumed	3.304	.074	-11.180	66	.000	-14.088	1.260
	Equal variances not assumed			-11.180	61.469	.000	-14.088	1.260
							95% Confidence Interval of the Difference	
							Lower	Upper
							-16.604	-11.572
							-16.608	-11.569

Group Statistics

Kelas		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Hasil	Posttest Sikap Kontrol	34	56.74	5.858	1.005
	Posttest Sikap Eksperimen	34	70.82	4.435	.761

Lampiran 13 Hasil Uji *Effect Size*

Variabel	Kelas	Mean	Simpangan Baku/ Std.Deviation
Keterampilan Berpikir Kritis	Kontrol	69,118	7,3568
	Eksperimen	79,265	8,9512
Sikap Ilmiah	Kontrol	56,74	5,858
	Eksperimen	70,82	4,435

Rumus Uji *Effect Size* diadopsi dari Glass's:

$$ES = \frac{\bar{Y}_e - \bar{Y}_c}{S_c}$$

Keterangan:

- ES = nilai *effect size*
- \bar{Y}_e = nilai rata-rata kelas percobaan
- \bar{Y}_c = nilai rata-rata kelas kontrol
- S_c = simpangan baku kelas kontrol

1. Uji *Effect Size* Keterampilan Berpikir Kritis

$$ES = \frac{79,265 - 69,118}{7,3568} = \frac{10,147}{7,3568} = 1,38$$

2. Uji *Effect Size* Sikap Ilmiah

$$ES = \frac{70,82 - 56,74}{5,858} = \frac{14,08}{5,858} = 2,40$$

Lampiran 14 Dokumentasi Hasil Kerja Peserta Didik

a. LKPD 1 (*Mind Mapping*)

Guiding Question

Buatlah daftar pertanyaan yang mempersiapkan diri menghadapi diskusi!

Kenapa air saja yg ditukarkan di air sungai

Kenapa masyarakat diminta tidak melarikan sampah dari sungai

Guiding Activities

Cari tahu dan kumpulkan beberapa informasi untuk memecahkan tantangan dari masalah yang diberikan

- Penanganan bahan beracun berdampak di hulu Sungai
- Penanganan sistem Penambahan Kualitas air
- Edukasi dan Pendidikan Menggerakkan

Guiding Resource

Cari tahu dan tuliskan tugas/tujuan terkait penemuan prinsip kimia hijau dalam mendukung tugas pelaksanaan tanggung bagi masyarakat peningkatan lingkungan okot dan kesehatan kimia

Discussion

Kimia hijau menekankan penerapan dan merancang proses & bahan kimia yg aman & ramah lingk. Prinsip ini mengurangi limbah memakai bahan alami, dan mendorong degradasi hayati. Solusi ini efektif mengatasi pencemaran akibat limbah kimia.

-Rabubliti Air Sungai -
Bantuan urusan air untuk mengelihalkan kerusakan Sungai ke arah positif. Selain itu, selain itu dan berfungsi atau Meningkatkan kualitas dan endapan pencemaran kembali di sepanjang aliran sungai.
Sumber: Suryadikta

-Pembangunan & Optimalisasi STP =
Pembangunan & Optimalisasi Air Limbah :
Pembangunan air limbah yang tidak hanya mencuci tanah tetapi juga memperbaiki lingkungan. STP ini akan memberikan banyak sekali dampak positif di Sungai.

Ngawi (ANTARA) - Sungai Bengawan Solo
Yang melalui wilayah Kabupaten Ngawi, Jawa Timur, diduga berasamai limbah plastik tembaga yang berwarna hitam

Meski tidak sampai membulihkan keracunan ataupun kerontokan, namun pengunjungan limbah itu tersebut berpotensi mengganggu kesehatan warga dan merusak ekosistem air.

Sumber: Almanak

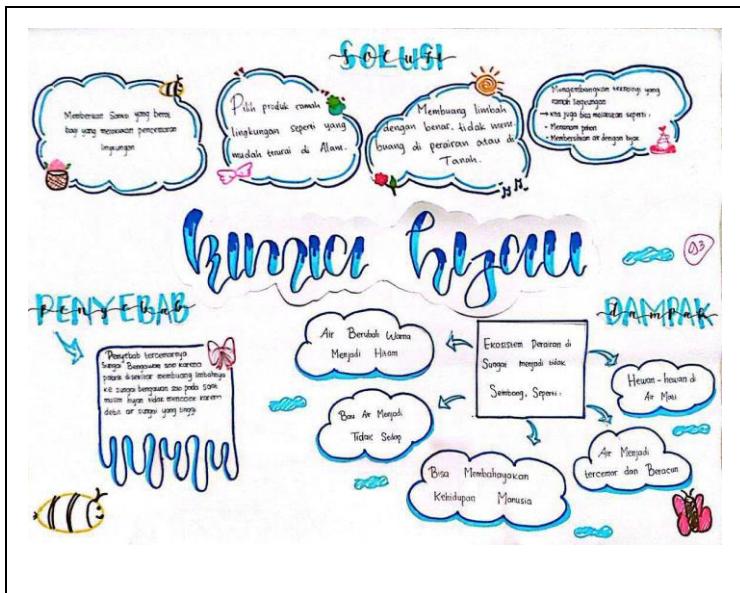
**Pembangunan
Limbah Kimia
Di Sungai
Bengawan Solo**

Sebagai Pelajar
Kita dapat berkontribusi
dengan mengayakcan
hal Berikut!

-Perkembangan Industri -
Dampaknya dan permasalahan pemunculan air sungai secara dalam, meningkatkan kerusakan dan kualitas air.
Sumber: sumberku.id

Edukasi Masyarakat -
Pengelolaan mengajari pengetahuan bergerakkan limbah air dari masyarakat ke dalam lingkungan. Untuk itu dapat memberikan edukasi dan pelajaran

-Pengaruh Hutan & Sosial Tegar
Intensifikasi tanam administratively hutan pada kepada teknologi teknologi limbah besar, seperti yg di- lakukan terhadap industri di daerah Sukabumi.
Sumber: Sumberku.id



b. LKPD 2 (*Prototype* Sederhana)

Guiding Question

Mengapa penggunaan plastik mengakibatkan adanya pencemaran lingkungan?

Penggunaan plastik pada sekolah? Pkai dianjapkan kofirahidup trhdp upaya Pelestari?

Apa dampak lingkungan dari penumpukan sampah plastik di darat?

Guiding Resource

Cari dan tuliskan kalimat literatur berkaitan kegiatan yang sesuai dengan agenda pembangunan berkelanjutan bagi masalah pencemaran lingkungan akibat dari penumpukan limbah sampah plastik!

Discussion

Pembangunan Berkelanjutan adalah tiguan global dunia yang dibawa oleh PBB, untuk melaksanakan tindakan guna meningkatkan tahap kesejahteraan dunia masyarakat keberlanjutan. Kegiatan pelestarian atau berkelanjutan mendukung prinsip humai hijau sehingga bisa diterapkan.

LAMPUNG Daur Ulang Sampah Plastik

Mengakat

- Mengurangi limbah plastik yang sulit terurai, sehingga membantu pelestarian lingkungan.

- Mengubah Sampah Plastik menjadi barang bernilai estetika dan fungsional yang dapat mempercantik ruangan atau lingkungan sekitar.

- Mendorong kreativitas dan kewirausahaan masyarakat terutama ibu rumah tangga, untuk mengolah limbah menjadi produk bernilai ekonomis.

Anggota Kelompok 6 :

- Abdul kholid kurniawan (01)
- Anisa Apriliani (04)
- Azkiya Maulida (08)
- Bhaktian Putra Perdana (09)
- Kayla Rahma Goonita (14)
- Nayla Ahsana Matswaya (21)

(05)

Prinsip

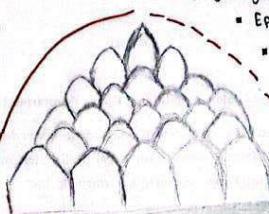
- Pengurangan limbah.

- Efisiensi energi.

- Penggunaan bahan yang aman

- Desain Produk yang mudah diuraikan atau didaur ulang.

Sendok plastik



SDG's
2030

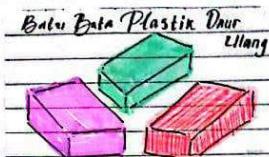
- SDGs nomor 9 (Industri, Inovasi, dan Infrastruktur)
 - Mendukung pertumbuhan pembangunan infrastruktur yang lebih ramah lingkungan.
- SDGs nomor 12 (Konsumsi dan Produksi yang bertanggung jawab)
 - Daur ulang efisien dan bertanggung jawab.
- SDGs nomor 13 (Aksi perubahan iklim)
 - Membantu upaya mengurangi perubahan iklim.

BATU BATA DARI PLASTIK BEKAS

o> *Myanfaat*

(95)

- ~> membantu mengurangi limbah plastik
- ~> menjadi alternatif yang terjangkau untuk bahan bangunan tradisional
- ~> membantu mengurangi ketergantungan pada bahan bangunan konvensional yang boros energi dan mencemari lingkungan
- ~> Batu plastik diklaim mampu tingkatkan ketahanan bangunan dari guncangan gempa.

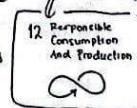


o> *Pesan Pionir Karya Hijau*

Mencegah Limbah, dalam merancang suatu produk tentunya harus menggunakan pencegahan limbah dari pada memungutang atau membersihkan limbah yang muncul setelah proses sintesis.
Setiap prosesnya juga harus meminimalkan limbah.

o> *Dukung dan Dandar Program SDG's*

Produk batu bata dari plastik termasuk kedalam :
SDGs Nomor 12 : Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab.



Dengan adanya produk ini tentunya akan :

- Mengurangi limbah plastik
- Mendorong produksi berkelanjutan
- Mendaur ulang bahan yang menimbulkan pencemaran lingkungan jadi produk berguna.

Kelompok 2 :- Hanif Khairul Ulum (11)

- Lahfat Kayyisa Al F. (15)
- Muhammad Johan (20)
- Sabila Fouzi (27)
- Saeti Maulana (28)
- Yasmin Alfafun (34)

c. Soal Pretest&Posttest

PRETEST & POSTTEST MATERI KIMIA HIJAU

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan tepat!

1. Setaraikan reaksi di bawah ini!

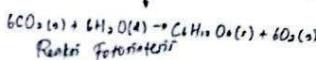
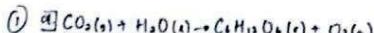
$$\text{CO}_{2(\text{g})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_{6(\text{s})} + \text{O}_{2(\text{g})}$$
 - a. Identifikasi reaksi tersebut adalah reaksi apa?
 - b. Dari reaksi tersebut, apa manfaat yang didapat dalam kehidupan sehari-hari? Berikan alasannya!
2. Indonesia merupakan salah satu negara terpadat di dunia yang jumlah populasi penduduknya mencapai 275 juta jiwa. Hal ini menjadikan jumlah sampah rumah tangga semakin bertambah. Dalam pengolahan limbah sampah rumah tangga di Indonesia masih minim dan berdampak pada penumpukan sampah di TPA. Berdasarkan masalah tersebut, jelaskan dan berikan contoh kegiatan program pembangunan berkelanjutan yang sesuai dengan permasalahan tersebut!
3. Jika ditinjau dari prinsip kimia hijau, listrik yang bersumber dari energi fosil memiliki beberapa kekurangan. Sebutkan dan jelaskan 3 kekurangan listrik dari energi fosil serta sebutkan solusi yang dapat diberikan guna mengatasi masalah tersebut!
4. Salah satu usaha untuk menciptakan kimia hijau dalam program pembangunan berkelanjutan adalah nanoteknologi. Nanoteknologi adalah teknologi yang dikembangkan dalam skala nano yang berukuran 10^{-9} meter. Dalam pemanfaatannya nanoteknologi digunakan dalam membuat produk ramah lingkungan. Mengapa nanoteknologi dapat diterapkan guna mendukung program pembangunan berkelanjutan pada tahun 2030? Sebutkan dan jelaskan 3 aplikasi nanoteknologi dalam kehidupan sehari-hari!
5. Terhadanya panas matari di lapisan atmosfer bumi karena gas-gas rumah kaca merupakan peristiwa efek rumah kaca. Hal ini dapat terjadi secara alami maupun buatan akibat dari masalah pencemaran lingkungan. Dampak dari peristiwa ini dapat meningkatkan suhu permukaan bumi. Dari wacana tersebut, sebutkan dan jelaskan 3 solusi yang paling tepat dilakukan untuk mengurangi terjadinya efek rumah kaca!
6. Pada April 2024, BMKG melaporkan bahwa di Indonesia mengalami kenaikan suhu yang mencapai $1,61^{\circ}\text{C}$ lebih panas daripada periode sebelumnya. Akibat dari kenaikan suhu tersebut menyebabkan perubahan pola cuaca di seluruh dunia seperti musim kemarau berkepanjangan sehingga menyebabkan kekeringan. Dari pernyataan tersebut, jelaskan 4 kegiatan sehari-hari yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut!
7. Dalam mendukung pembangunan berkelanjutan PBB telah mencanangkan 17 program yang dapat diterapkan hingga tahun 2030. Guna menyukkseskan program tersebut, terdapat beberapa cara yang dapat dilakukan. Sebagai seorang peserta didik apa kontribusi yang dapat diberikan guna mendukung program tersebut? Sebutkan minimal 5 jawaban!
8. Dalam sebuah industri kimia, terdapat proses yang menghasilkan limbah beracun yang sulit diuraikan secara alami. Jelaskan pendekatan kimia hijau yang dapat diimplementasikan untuk mengurangi dampak limbah tersebut! Berikan contoh kegiatan tersebut secara jelas!

d. Jawaban Pretest Kelas Kontrol

- 1) a) fosilfuel (2)
b) menghasilkan antigen & sinergia
- 2) pengaruh sampah, daur ulang, penggunaan sumber daya organik (plastik) (1)
- 3) pencemaran udara, pemukiman gelap, dan keterdistribusinya sumber daya terbatas
sehingga untuk mengatasi masalah ini memerlukan transisi ke energi terbarukan, peningkatan efisiensi energi, dan pembangunan teknologi. Pengiriman pemanfaatan energi.
Sebagai sumber daya energi di Indonesia:
 - batu bara/kontribusi energi yang terbarukan (3)
 - teknologi ramah lingkungan
 - laut sebagai sumberdaya manusia
 - harga minyak termasuk naik
- 4) manusia menciptakan produk dan proses yang lebih efisien, ramah lingkungan dan berkeunggulan. Apabila nanoteknologi dapat membantu pemberian sumber daya, mengelola sumber daya yang tidak stabil.
- 5) mengurangi penggunaan bahan bakar fosil, meningkatkan efisiensi energi, mengembangkan energi terbarukan, gerakan (3) dan mengelola hasil hutan.
- 6) seperti penggunaan energi terbarukan, mengurangi penggunaan plastik, menanam pohon, dan menghemat air.
- 7) belajar tentang SDG, dan berbagi pengetahuan mengalihposisi prilaku yang berkelanjutan, terutama dalam kegiatan lingkungan, meningkatkan kritis (1) dan yang berkelanjutan, dan menyadari bahwa perubahan kebiasaan yang menguntungkan SDG.
- 8.) ~~reduce~~
- reduce
- reuse
- recycle
dapat membantu dalam mengurangi limbah, mendaur ulang bahan dan menghasilkan produk samping yang lebih ramah lingkungan.

e. Jawaban Posttest Kelas Kontrol

Jawaban



(b)

b) - Sebagai produk makarun bagi tumbuhan

- Sebagian produksi dengan hasil
mahluk hidup
- Pengurangan karbon dioksida
- Sumber bahan bakar

② Program pembangunan berkelanjutan dapat
menjelaskan polusi

Contoh : - Pengurangan sampah dari rumah

- Penggunaan bensin (reuse)
- Daur ulang (Recycle)
- Pengolahan sampah organik

③ Polusi udara & program

Kebutuhan : menghasilkan polutan seperti karbon
dioksida yg menyebabkan perubahan iklim.

Solusi : keruangan energi terbarukan

④ Emisi gas rumah kaca

Kebutuhan : menghasilkan gas CO₂ yg besar
yg merupakan gas rumah kaca utama

Solusi : memerlukan teknologi pengolahan karbon

⑤ Keterbatasan sumber daya

Kebutuhan : sumber daya terbatas dan tidak terbarukan
solusi : berelasi ke energi terbarukan, pengolahan energi

⑥ Kita mampu meningkatkan efisiensi penerapan produk

kebutuhan : demikian tingkatan, & memproduksikan produk
ramah lingkungan dg berkesan sekitar.

Solusi :

- Tingkat PPS
meningkatkan nilai barang energi
lebih berat dan
tinggi dan mengurangi
biaya dan dampak lingkungan

⑦ - Mengurangi Emisi Karbon
dengan bantuan ke transportasi yang lebih
ramah lingkungan, mengurangi energi terbarukan

- Mencuci Pohan
- jumlah CO₂ di atmosfer dg berturut-turut
kekurangan tanah
- Grup 3R (Reduce, Reuse, Recycle)

⑧ - Konservasi air
mengurangi pemakaian air selama hari

- Efisiensi energi
mengurangi penggunaan listrik

- Penerapan pohon
menurunkan risiko erosi dan pengaruh reaktif

⑨ - Transportasi ramah lingkungan
seperti sepeda atau berjalan kaki

⑩ - Belajar & memahami SDGs

- Mengikuti prinsip teknologi

- Mengadopsi teknologi bersih

- Berpartisipasi dalam kegiatan sosial

- Menggunakan media massa yg

menyebarkan kesadaran

⑪ - Industri pertambangan batu bara

- Industri farmasi

- Industri Pangan

Dengan mengganti bahan kimia
berbahaya dengan yang lebih ramah
lingkungan, mengurangi limbah serta
meminimalkan energi terbarukan

- Pekerja anti-roda

mengurangi faktor-faktor pencucian
dan produksi tetapi bisa le
meningkatkan kualitas pakan

f. Jawaban Pretest Kelas Eksperimen

1. a. Reaksi Fotosintesis

b. Menjadi bentuk oksigen untuk manusia bernafas. *benar atau salah!*

(1)



2. Dari masalah tersebut, dapat disimpulkan bahwa Negara Indonesia sangat membutuhkan pengelolaan limbah sampah plastik yang dimanfaatkan sebagai alat atau benda yang lebih berguna.

Waduh! Itu membahayakan untuk lingkungan!

(3)

3. Kekurangan dari listrik energi fosil yaitu \rightarrow jatuh!

1. Sumber dayanya pasti sangat terbatas dan tidak terbarukan

2. Menyebabkan pencemaran lingkungan.

3. Dapat menyebabkan kerusakan ekosistem.

solarkita.com

✓

untuk mengatasinya, kita dapat mengubahnya atau beralih menggunakan panel surya karena lebih ramah lingkungan.

4. a. Tabir Surya

terdapat nanopartikel yang ditambahkan ke tabir surya yaitu titaniun diokida dan seng diokida. Bertujuan untuk menghalangi sinar UV dan lebih ringan.

(2)

bernardmarr.com

✓

b. Pakaiain

pakaian dlm tekstil nanopartikel stika dapat menciptakan kain yang menahan air dan cairan lain. *Mengapa?*

c. Bola tenis

nano teknologi membuat pantulan bola lebih lama.

5. mengurangi penggunaan kendaraan pribadi. *semakin tinggi penggunaan kendaraan pribadi semakin tinggi juga polusinya* Membatasi penggunaan plastik sekali pakai Jolakadocindo.com (3)

Membatasi penggunaan pendingin udara.

6. 1. Melakukan Reboisasi (2) 3. Mengurangi penggunaan kendaraan bermotor.
2. Mengurangi penggunaan energi listrik 4. Menghemat air.

7. 1. Menghemat energi 2. Mengurangi sampah (3) 5. Mengedukasi diri sendiri:
3. Menghemat air 4. Mendukung produk lokal

8. Menggunakan bahan kimia yang lebih aman, namun tetap efektif dan berfungsi, serta dapat menggunakan mikroorganisme untuk mengurai limbah beracun. Tito Id (3)

g. Jawaban Posttest Kelas Eksperimen

- 1). A. Reaksi tersebut merupakan reaksi fotosintesis. Fotosintesis itu sebuah proses dimana tumbuhan hijau & organisme mengubah $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ jadi Glukosa dan Oksigen.
- (9) B. Produksi OKTogen untuk menjaga kualitas udara (sampaiaacademy.sch.id)
- Mengurangi CO_2 dari atmosfer bantu atasi pemanasan global
 - 2. Pemilahan sampah (Tergantung energi), menjadikan sampah organik menjadi pupuk kompos, mendaur ulang sampah anorganik menjadi produk baru, batasi penggunaan barang plastik. Pengelolaan Sampah berbasis 3R, di mana ini dapat memberikan manfaat memilah Sampah, mendaur ulang barang bekas & Manfaatkan ikutan untuk membangun Bina Sempurna di Ilap PT/RW.
 - 3. (-) : Polusi Udara: pembakaran bahan baku fosil ; Solusi : - Berdua ke Energi terbarukan seperti energi surya dan angin.
 - (9) - Tidak terbatas energi fosil tetap saja dan bisa habis.
 - Kontribusi terhadap pemanasan global ; emisi gas rumah kaca.
 - 4. ✓ mendukung karena nanoteknologi mampu menciptakan produk efisien, hemat energi dan yang ramah lingkungan.
 - Tabir Surya: mengandung TiO_2 dan ZnO untuk scrap dan pantulan sinar UV.
 - Filter air nano: menyaring logam berat dan bakteri dalam air
 - 5. Meningkatkan efisiensi energi
 - Menanam pohon & reboksasi
 - Berolah menggunakan angkutan umum
 - Kurangi Penggunaan listrik
 - 6. Matikan lampu siang hari
 - Pakai tumbler keramik - muai
 - Menggunakan BRT
 - Kurangi sampah plastik
 - 7. - Menghemat Energi
 - Mengurangi Sampah
 - Poljak gunakan air
 - Menanam pohon
 - Edukasi teman sebaya
- 8). Pencegahan limbah :
- Optimalkan proses produksi untuk kurangi produk camping yg tak dinginkan
 - Menerapkan prinsip "design for degradation" agar produk mudah terurai
 - Mengganti pelarut yg lebih ramah lingkungan.
 - Gunakan katulistiwa.

Lampiran 15 Dokumentasi Penelitian

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama : Siti Khumairoh
2. TTL : Pasuruan, 19 November 2002
3. Alamat: Palang, RT.02/RW.03, Lemahbang, Sukorejo, Pasuruan, Jawa Timur
4. No HP : 082264556749
5. Email : khumairoh2003@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. TK Ma'arif II Sukorejo
2. SDN Lemahbang II Sukorejo
3. MTS Ma'arif Sukorejo
4. SMAN 1 Purwosari
5. UIN Walisongo Semarang